1907

ehh andel.

Das Indische Phytoplankton.

Von

G. Karsten.

Allgemeiner Teil.
Text und Tafeln.

Abdruck aus

Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition
auf dem Dampfer „Valdivia" 1898—1899.
Im Auftrage des Reichsamtes des Innern
herausgegeben von
Carl Chun.
Professor der Zoologie in Leipzig, Leiter der Expedition.
Zweiter Band. 2. Teil.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.
1907.

stationen lassen eine stetig[illegible]
den Indischen Südäquatorialstrom die Temperatur von 25° und darüber erreich[illegible]
bis zum Schlusse der Expeditionsarbeiten im Roten Meere mit geringen Schwankungen dauernd erhalten bleibt.

Während nach den Phytoplankton-Protokollen der vor den Kerguelen liegenden Fangstationen [2] *Chaetoceras criophilum* Castr. und *Thalassiothrix antarctica* Schimper die vorherrschenden Formen gewesen waren, ließ sich bereits im Gazellebassin [3] eine Aenderung feststellen, die in dem

1) G. Karsten, Antarktisches Phytoplankton, l. c. S. 5—8.
2) G. Karsten, Antarkt. Phytopl., l. c. S. 63—66.
3) l. c. S. 67.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee

auf dem Dampfer „Valdivia“ 1898-1899

Im Auftrage des Reichsamts des Innern

herausgegeben von

Carl Chun

Professor der Zoologie in Leipzig, Leiter der Expedition.

Es bearbeiten:

Ausrüstung der „Valdivia“: Ober-Inspektor Sachse und Inspektor Polis, Hamburg,
Reisebeschreibung: Prof. Chun, Leipzig,
*Oceanographie und Maritime Meteorologie: Dr. G. Schott, Seewarte, Hamburg,
*Das Wiederauffinden der Bouvet-Insel: Ober-Inspektor W. Sachse, Hamburg.
Chemie des Meerwassers: Dr. P. Sc
Grundproben: Sir John Murray, Edinbu
*Antarktische Geschiebe: Prof. Zirkel, L Leipzig,
Gesteinsproben: Dr. Reinisch, Leipzi
Quantitative Planktonfänge: Dr. Aps
Schliessnetzfänge: Prof. Chun, Leipzi

Botanik.

*Inselfloren (Canaren, Kerguelen, St. Paul, Neu-Amsterdam, Chagos, Seychellen): Prof. Schenck, Darmstadt (mit Benutzung der Aufzeichnungen von Prof. Schimper, Basel),
Flora der besuchten Festländer: Prof. Schenck, Darmstadt,
Kapflora: Dr. Marloth, Kapstadt,
*Marines Phytoplankton (Diatomeen Karsten, Bonn.
*Meeresalgen: Th. Reinbold, Itzehoe.

Zoologie.

I. Protozoa

Radiolaria: Prof. Haecker, Stuttgart,
Foraminifera: F. Winter, Frankfurt a. M.,
*Xenophyophora: Prof. F. E. Schulze, Berlin.

II. Coelenterata

*Hexactinellida: Prof. Fr. E. Schulze, Berlin,
Monaxonia: Dr. Thiele, Berlin,
*Tetraxonia: Prof. v. Lendenfeld, Prag,
Calcarea: Dr. Breitfuss, Petersburg,
Hydroidea: Prof. Will, Rostock,
Siphonophora: Prof. Chun, Leipzig,
Craspedota: Prof. Vanhoeffen, Kiel,
*Acraspedota: Prof. Vanhoeffen, Kiel,
Ctenophora: Prof. Chun, Leipzig,
Alcyonaria: Prof. Kükenthal, Breslau,
*Antipathidae: Dr. Schultze, Jena,
Actiniaria: Prof. Carlgren, Stockholm,
*Madreporaria: Prof. von Marenzeller, Wien.

III. Echinodermata

Crinoidea: Prof. Döderlein, Strassburg,
*Echinoidea: Prof. Döderlein, Strassburg,
*Anatomie des Palaeopneustes: Dr. Wagner, Dresden,
*Anatomie der Echinothuriden: Dr. W. Schurig, Leipzig.
Asteroidea: Prof. Ludwig Bonn,
Holothurioidea: Prof. L[illegible] Bonn.

Rhizocephala: Prof. Fraisse, Jena.
Copepoda: Dr. Steuer, Innsbruck,
*Ostracoda: Prof. Müller, Greifswald,
Isopoda: Prof. zur Strassen, Leipzig.
Bopyridae: Prof. Fraisse, Jena,
Cymothoidae: Prof. Fraisse, Jena,
Amphipoda: Dr. Woltereck, Leipzig,
*Leptostraca: Dr. Thiele, Berlin,
*Stomatopoda: Dr. Jurich, Leipzig,
Cumacea: Dr. Zimmer, Breslau,
Sergestidae: Dr. Jllig, Leipzig,
Schizopoda: Dr. Jllig, Leipzig,
Macrura: Dr. Doflein, München,
Anomura: Dr. Doflein, München,
*Brachyura: Dr. Doflein, München,
Dekapodenlarven: Dr. Zimmer, Bre
Augen der Dekapoden: Dr. Reinh.
*Pantopoda: Prof. Möbius, Berlin,
*Landarthropoden der antarktischen Berlin.

VI. Mollusca

Lamellibranchiata: Dr. Thiele, Berl
*Neomenia und Archaeomenia: Dr.
Scaphopoda: Prof. Plate, Berlin,
*Placophora: Dr. Thiele, Berlin.

Karsten, G.:

III. Allgemeiner Teil.

a) Pflanzengeographische Ergebnisse.

Gegenüber dem antarktischen Phytoplankton dessen wesentlicher Charakterzug in seiner Massenhaftigkeit und überaus großen Gleichförmigkeit gefunden wurde, wie im ersten Abschnitte dieser Bearbeitung [1]) geschildert worden ist, stellt die schwebende Vegetation der tropischen und temperierten Meere eine außerordentlich verschiedenartige, stets wechselnde Vergesellschaftung sehr zahlreicher Formen dar. Während die Antarktis neben reichlichen Mengen zahlreicher Diatomeenformen immer nur vereinzelte Individuen aus wenigen Gattungen und Arten anderer Pflanzenklassen zeigte, sind im wärmeren Wasser der niederen Breiten meist geringere Mengen Phytoplankton zu beobachten; in diesen quantitativ oft unansehnlichen Fängen herrscht jedoch ein geradezu staunenswerter Reichtum an Arten und Gattungen, die sich ziemlich gleichmäßig auf Diatomeen und Peridineen verteilen. Bisweilen kommt eine dritte Klasse, die der Schizophyceen, deren Angehörige in vereinzelten Fäden oder Bruchstücken überall häufig sind, zu einer vorherrschenden Stellung im Phytoplankton. Damit ist dann aber in der Regel seine bunte Mischung zerstört; es tritt eine einzige Art mit geringen Einschlägen einer oder mehrerer nahe verwandter Species an Stelle des sonst herrschenden Formenreichtums.

Die hier zu bearbeitenden Gebiete entfallen teils auf den Atlantischen, teils auf den Indischen Ocean, und die Temperatur- und sonst in Betracht kommenden Verhältnisse der beiden Meere sind recht verschiedenartig in den von der Expedition berührten Teilen. So wird es sich empfehlen, die Darstellung zunächst auf einen Ocean zu beschränken und später erst die Uebereinstimmung oder Abweichungen des anderen hervorzuheben. Da das Hauptinteresse der Expedition dem bis dahin stark vernachlässigten Indischen Ocean galt, ihm auch eine weit größere Zahl von Beobachtungs- und Fangstationen zugefallen sind, so soll er hier vorangestellt werden.

Die horizontale Verteilung des Phytoplanktons im Indischen Ocean.

Der Reiseabschnitt durch den Indischen Ocean beginnt mit Station 162 auf 43° 44′,4 S. Br., 75° 33′,7 O. L. Die Temperatur des Oberflächenwassers, die bei der vorhergehenden Station, den Kerguelen, 4° betragen hatte, ist hier auf 8°,8 gestiegen, und die weiter folgenden Fangstationen lassen eine stetige Zunahme der Wasserwärme erkennen, bis bald nach dem Eintritt in den Indischen Südäquatorialstrom die Temperatur von 25° und darüber erreicht wird, die dann bis zum Schlusse der Expeditionsarbeiten im Roten Meere mit geringen Schwankungen dauernd erhalten bleibt.

Während nach den Phytoplankton-Protokollen der vor den Kerguelen liegenden Fangstationen [2]) *Chaetoceras criophilum* Castr. und *Thalassiothrix antarctica* Schimper die vorherrschenden Formen gewesen waren, ließ sich bereits im Gazellebassin [3]) eine Aenderung feststellen, die in dem

1) G. Karsten, Antarktisches Phytoplankton, l. c. S. 5—8.
2) G. Karsten, Antarkt. Phytopl., l. c. S. 63—66.
3) l. c. S. 67.

Auftreten von *Planktoniella Sol* neben 5 verschiedenen *Ceratium*-Arten ihren Ausdruck fand und auf gelegentlich überwiegenden Einfluß wärmeren Wassers schließen läßt, das die genannten Formen in dem geschützten Gazellebassin zurückgelassen haben mag. *Planktoniella* (Taf. XXXIX) wird von jetzt ab ein häufiger, wenn auch mehr den tieferen Regionen angehöriger Planktont, und die Gattung *Ceratium*, wie überhaupt die Peridineen, wachsen mit der Annäherung an den Aequator resp. mit der Temperaturerhöhung an Individuenzahl wie an Reichhaltigkeit ihrer Formen. Als vorherrschende Bestandteile zeigen sich zunächst häufig die *Rhizosolenia*-Arten: schon Station 161 *Rhizosolenia crassa* Schimper, eine außerhalb der Kerguelen nicht wieder beobachtete Form, sodann besonders *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) f. *semispina* Gran sowohl wie f. *hiemalis* Gran (so z. B. St. Paul, Kratersee); daneben ist auch *Rhizosolenia alata* Brtw. in größerer Menge vertreten oder bisweilen, z. B. Station 164, gar vorherrschend. *Thalassiothrix antarctica* Schimper bleibt in den ersten Stationen des Indischen Oceans noch häufig, besonders in der var. *echinata* n. var. (Taf. XLVI, Fig. 10). Aber das in der Antarktis kaum irgendwo gänzlich fehlende *Chaetoceras criophilum* ist alsbald fast vollkommen verschwunden. An seine Stelle tritt *Chaetoceras peruvianum* Brtw., und zwar beinahe durchweg in der einzelligen Form, selten in mehrzelligen Ketten. *Chaetoceras atlanticum* Cl. und *neglectum* G. K., *Nitzschia seriata* Cl., *Fragilaria antarctica* Castr., *Dactyliosolen laevis* G. K., *Rhizosolenia inermis* Castr., *Corethron Valdiviae* G. K., ebenso in der Tiefe *Halosphaera viridis* Schmitz und *Actinocyclus Valdiviae* G. K. treten mehr oder minder häufig noch auf und erinnern an die antarktische Flora. Als neue Formen kommen hinzu *Bacteriastrum*-Arten, *Rhizosolenia amputata* Ostf., Taf. XLII, Fig. 2, *Rhizosolenia quadrijuncta* H. P., Taf. XXIX, Fig. 12, *Thalassiothrix heteromorpha* n. sp., eine durch die für die Gattung charakteristische Torsion der Zelle, durch die scharfe Zuspitzung des einen in Schalenansicht vorliegenden, durch starke Verbreiterung des in in Gürtellage befindlichen Zellendes, wie durch ihre Länge und Geradlinigkeit leicht kenntliche Art. Die tordierte Stelle ist nur bei genauer Untersuchung unweit des verbreiterten Zellendes erkennbar (Taf. XLVI, Fig. 11). Von der Gattung *Peragallia*, die gleichsam ein Bindeglied zwischen *Rhizosolenia* und *Chaetoceras* sein soll, wurden nur unvollständige Bruchstücke gefunden, die keine genauere Bestimmung zuließen. Hie und da auftretende Massen kleinster Discoideenzellchen, von geringer Gallertmasse in unregelmäßigen Klümpchen zusammengehalten, schienen *Thalassiosira subtilis* Ostf. zu entsprechen. *Asteromphalus heptactis* Ralfs und verschiedene *Coscinodiscus*-Arten waren hin und wieder anzutreffen. Von Peridineen zeigten sich neben den vielen *Ceratium*-Arten besonders *Peridinium* in zahlreichen Formen, Taf. L. LIII, *Diplopsalis lenticula* Bergii, *Gonyaulax polygramma* Stein, *Goniodoma*, *Podolampas*, *Dinophysis homunculus* Stein, *Cladopyxis brachiolata* Stein in Cystenform, endlich vereinzelte Fäden von der häufigsten Schizophycee, *Trichodesmium Thiebautii* Gomont.

Bei den sehr vereinzelt sich weiterhin findenden *Corethron*-Zellen ist außerordentlich schwer zu sagen, ob *Corethron Valdiviae* G. K. oder *Corethron criophilum* Castr. vorliegt, da die scharfen, bei den antarktischen Individuen von *Corethron Valdiviae* stets deutlich ausgeprägten Zackendornen des hyalinen Saumes an den Borsten, bei den zarteren Zellen des wärmeren Wassers so abgeschlissen werden, daß der Nachweis fast unmöglich wird; sie sind daher als *Corethron criophilum* aufgeführt.

Die *Ceratium*-Arten sind teils *Ceratium furca* Duj. und *Ceratium fusus* Duj. in verschiedenen Formen, dann aber besonders *Ceratium tripos*-Arten. An den ersten Stationen überwiegen die von mir als *Ceratium tripos* sectio *rotunda* (vergl. Systematischer Teil, S. 404) zusammengefaßten Arten, wie *Ceratium tripos azoricum* Cl. var. *brevis* Ostenf., *Ceratium heterocamptum* (Joerg.), *Ceratium coarctatum* Pavillard, *Ceratium lunula* Schimper, *Ceratium arcuatum* Gourret, Taf. XLVIII, Fig. 1—7; daneben von der sectio *protuberantia* die schwerfälligen Formen der subsectio *tergestina*, wie *Ceratium tripos longipes* Cl. mit var. var., Taf. XLVIII, Fig. 11, 12. Station 163 unter 41° 5′,8 S. Br., 76° 23′,5 O. L. finden sich die ersten Angehörigen der subsectio *macroceras*, Taf. XLIX, Fig. 26, 27, Station 166 unter 37° 45′,2 S. Br., 77° 34′,3 O. L. *Ceratium tripos inversum* n. sp. (= patentissimum non Ostf. Taf. XXI, Fig. 23, Atlant. Phytopl.) und die zierlichste Form von *Ceratium tripos macroceras* Ehrbg., die var. *tenuissima* n. var., Taf. XLIX, Fig. 28, endlich auch solche der subsectio *flagelliferum*, Taf. XLIX, Fig. 22—25. Unterschiede gegenüber denselben atlantischen Arten kommen später zur Sprache.

Weitere Bereicherung ist gleichzeitig durch Angehörige der Gattung *Bacteriastrum* eingetreten, die der Antarktis fehlt. Station 169 unter 34° 13′,6 S. Br., 80° 30′,9 O. L. ist *Hemiaulus Hauckii* Grun. zu nennen, eine stellenweise vorherrschende Art, ferner neue *Podolampas*- und *Dinophysis*-Arten, *Oxytoxum scopolax* Stein, Cysten von *Cladopyxis brachiolata* Stein, besonders aber die *Pyrocystis*-Arten *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray, *fusiformis* J. Murray und *lunula* Schütt. Auf der nächsten Station, 32° 53′,9 S. Br., 83° 1′,6 O. L., finden sich die ersten Exemplare von *Ornithocercus* und *Ceratocorys* und schließlich folgen Station 174 unter 27° 58′,1 S. Br., 91° 40′,2 O. L. die ersten großen *Rhizosolenia*-Arten, wie *Rhizosolenia Castracanei* H. P., *Rh. Temperei* H. P., Taf. LIV, Fig. 1, *Rhizosolenia squamosa* n. sp., Taf. XLII, Fig. 3, sowie die kleinere *Rhizosolenia calcar avis* Schulze, Taf. XLI, Fig. 5; Taf. XLII, Fig. 1, von Coscinodiscoideen *Valdiviella formosa* Schimper, eine von Schimper benannte *Planktoniella* ähnliche Form, Taf. XXXIX, Fig. 12, Taf. XL, Fig. 13, deren Flügelrand sich nach außen verjüngt und oberflächlich mit Radiallinien gezeichnet ist, *Asterolampra marylandica* Ehrbg. und *Antelminellia gigas* Schütt; von Peridineen *Pyrophacus horologium* Stein, *Ceratium tripos*, subsectio *volans* vergl. Taf. XLIX, Fig. 17, 18, alsdann auf der nächsten Station 175 unter 26° 3′,6 S. Br., 93° 43′,7 O. L. *Ceratium tripos robustum* Ostenf. u. Schm., Taf. XLVIII, Fig. 13, und *Ceratium reticulatum* Pouchet var. *contorta* Gourret, Taf. L, Fig. 4. Endlich tauchen auf Station 177 unter 21° 14′,2 S. Br., 96° 9′,6 O. L. *Amphisolenia bifurcata* Murr. and Whitg., *Ceratium gravidum* Gourret und *Pyrocystis hamulus* Cl. auf, Station 178 unter 18° 17′,6 S. Br., 96° 19′,8 O. L. schließt sich *Heterodinium Blackmani* Kofoid und auf der nächsten Station 179 bei 15° 8′,1 S. Br., 96° 31′,7 O. L. *Amphisolenia Thrinax* Schütt an. Als letzte charakteristisch tropische Warmwasserformen folgen endlich Station 181 unter 12° 6′,8 S. Br., 96° 44′,4 O. L. *Climacodium Frauenfeldianum* Grun. und *Ceratium* (*ranipes* Cl.) *palmatum* Br. Schröder, Taf. L, Fig. 6, 7, und Station 182 bei 10° 8′,2 S. Br., 97° 14′,9 O. L. als Schlußglied *Gossleriella tropica* Schütt, Taf. XL, Fig. 14—17.

Damit haben wir verfolgt, wie mit zunehmender Erwärmung des Meeres von 4° bis 27° ca. der Formenreichtum sich steigert, wenn auch nur die allerwichtigsten und am meisten charakteristischen Arten genannt worden sind. Freilich bleiben von den aus der Antarktis mitherübergenommenen Formen nur *Chaetoceras atlanticum* Cl. und *Nitzschia seriata* Cl. im Warm-

wasser erhalten, während *Thalassiothrix antarctica* SCHIMPER, *Fragilaria antarctica* CASTR., *Rhizosolenia inermis* CASTR., *Actinocyclus Valdiviae* G. K., *Dactyliosolen laevis* G. K., *Chaetoceras neglectum* G. K. nach und nach zurückbleiben. Dieser Verlust wird aber mehr als wieder eingeholt durch die große Zahl bisher nicht genannter Formen, die sie ersetzen, wie z. B. *Asterolampra rotula* GRUN., *Euodia inornata* CASTR., *Dactyliosolen melagris* n. sp., *Asteromphalus heptactis* RALFS, *Bacteriastrum varians* LAUDER, *B. elongatum* CL., *Rhizosolenia imbricata* BRTW., *Rhizosolenia styliformis* BRTW., *Rhizosolenia amputata* OSTF., *Chaetoceras neapolitanum* BR. SCHRÖDER, *Chaetoceras coarctatum* LAUDER, *Tropidoneis Proteus* n. sp., *Chuniella Novae Amstelodamae* n. sp., *Ceratocorys asymmetrica* n. sp., daneben besonders auch die hier nicht genannten Arten der formenreichen Gattungen *Ceratium* und *Peridinium*.

Aus dieser Zusammenstellung läßt sich entnehmen, daß das antarktische Phytoplankton, als Einheit betrachtet, bei den Kerguelen mit einer scharfen Grenze endet. Es wird durch ein Plankton abgelöst, das durch *Planktoniella* und die *Ceratium tripos*-Formen einen Warmwasserplankton-Anstrich erhält, daneben freilich zunächst noch *Thalassiothrix antarctica* und die anderen genannten Formen als antarktische Elemente einhergehen läßt.

SCHIMPER setzt die Grenze des tropischen Phytoplanktons gegen Süden auf die Station 169, die am 6. Januar unter 34° 13',6 S. Br. und 80° 30',9 O. L. erreicht war, mit der Begründung, daß hier die von den Oberflächenformen scharf geschiedene Schattenflora zuerst auftrete, die seiner Meinung nach [1]) in dem antarktischen Gebiete „weit weniger ausgeprägt ist als in den wärmeren Meeren". Nach den Darlegungen in der ersten Lieferung dieser Phytoplanktonbearbeitung [2]) ist jedoch eine Scheidung in Oberflächen- und Tiefenphytoplankton auch im antarktischen Meere überall scharf durchgeführt, wenn auch die Arten, die SCHIMPER als ihre charakteristischen Vertreter ansah — also besonders *Planktoniella* — fehlen, weil sie eben specifische Warmwasserformen sind. Sie werden durch die zahlreichen *Coscinodiscus*- und *Actinocyclus*-Species vertreten.

Somit kann diese Begründung der Grenze nicht als zutreffend anerkannt werden. Andererseits ist sie aber auch willkürlich gesetzt, weil auf der Strecke Kerguelen-Padang eben Station 169 die erste Serie von Schließnetzfängen aufweist; es hätte sich bei früherer Gelegenheit, etwa bereits bei Station 162, wahrscheinlich dasselbe Bild durch Schließnetzfänge erhalten lassen, und dann wäre dieser Punkt als Grenze anzunehmen gewesen. Somit wird es geboten sein zu sagen: Von den Kerguelen an nordwärts in der Fahrtrichtung der „Valdivia" beginnen tropische Warmwasser-Planktonformen, trotz niedriger Temperatur, einzusetzen, indem die zunächst noch vorwiegenden, dann beigemischten antarktischen Formen mehr und mehr zurückbleiben und neu auftauchende Warmwasserformen an ihre Stelle treten.

Mit Station 182 und den zwei nächstfolgenden haben wir den Höhepunkt des tropisch-indischen Phytoplanktons, soweit wirkliches Hochseeplankton in Betracht kommt, erreicht. Peridineen und Diatomeen halten sich, zahlenmäßig betrachtet, etwa die Wage, vom Gesichtspunkt der Verwendbarkeit für das Zooplankton stehen die Peridineen wohl stets höher im Werte, da

1) Nach den Reiseberichten der Deutschen Tiefsee-Expedition, l. c. S. 47.
2) G. KARSTEN, Antarktisches Phytoplankton, l. c. S. 13—15.

ihnen einmal die Kieselschale fehlt, zweitens ihr Plasmakörper größere Masse, im Durchschnitt genommen, besitzen dürfte als derjenige der Diatomeen.

Z. B. sei hier der Befund von Station 183 unter 8° 14′,0 S. Br., 98° 21′,6 O. L. aus 100 m Tiefe angeführt:

Diatomeen.

Asterolampra marylandica Ehrbg.
Bacteriastrum varians Lauder.
„ *elongatum* Cl.
Chaetoceras coarctatum Lauder.
„ *furca* Cl.
„ *lorenzianum* Grun.
„ *neapolitanum* Br. Schröder.
„ *peruvianum* Brtw.
Climacodium Frauenfeldianum Grun.
Coscinodiscus excentricus Ehrbg.
Dactyliosolen tenuis (Cl.) Gran.
Gossleriella tropica Schütt.
Hemiaulus Hauckii Grun.
Planktoniella Sol Schütt.
Rhizosolenia amputata Ostf.
„ *imbricata* Brtw.
„ *hebetata* f. *semispina* Gran.
„ *quadrijuncta* H. P.

Schizophyceen.

Trichodesmium Thiebautii Gomont.

Peridineen.

Amphisolenia Thrinax Schütt.
Ceratium fusus Duj.
„ „ (lange Form).
„ „ var. *concava* Gourret.
„ *furca* Duj. var. *baltica* Möb.
„ *palmatum* Br. Schröder.
„ *tripos arcuatum* Gourret var. *gracilis* Ostf.
„ „ *azoricum* Cl. var. *brevis* Ostf. u. Schm.
„ „ *coarctatum* Pavillard.
„ „ *flagelliferum* Cl.
„ „ *macroceras* Ehrbg. var. *tenuissima* n. var.
Ceratocorys horrida Stein.
Goniodoma armatum Johs. Schm.
Ornithocercus magnificus Stein.
„ *quadratus* Schütt.
„ *splendidus* Schütt.
Peridinium (divergens) elegans Cl.
„ „ *acutum* n. sp.
Pyrocystis fusiformis J. Murray.
„ *hamulus* Cl.
„ *pseudonoctiluca* J. Murray.

Eine wesentliche Veränderung beginnt aber schon bei der Station 185 unter 3° 41′,3 S. Br., 100° 59′,5 O. L. sich geltend zu machen, beeinflußt durch die Nähe von Sumatra; das oceanische Phytoplankton wird mit neritischen Formen durchmischt, und die für Landeinflüsse d. h. stärkeren Zustrom von Nährstoffen in hohem Grade empfänglichen Diatomeen erfahren eine starke Vermehrung, Schizophyceen sind vielfach die herrschenden Formen.

Als Ausdruck des neritischen Einflusses betrachte ich das vorherrschende Auftreten von Schizophyceen. Neben den *Trichodesmium*-Arten: *Trichodesmium Thiebautii* Gomont und *Trichodesmium contortum* Wille, die auch sonst häufig, wenn auch nur in kleinen Mengen, gefunden werden, handelt es sich besonders um *Katagnymene pelagica* Lemm. und *Katagnymene spiralis* Lemm., Taf. XLV, Fig. 5, 6. Dunkelbraune Fäden, aus zahlreichen, niedrigen, im Querschnitt kreisrunden Zellen durchweg gleicher Größe zusammengesetzt und von einer eng anschließenden

Scheide umgeben, schwimmen in weiten Gallerthüllen überall in den oberflächlichen Wasserschichten und verfärben das Meer weithin. Die Fäden enden beiderseits mit abgerundeten Zellen. Eine Art hat ihren Namen von den mehr oder minder spiraligen Windungen des ca. 20 μ dicken Fadens, die andere erreicht bisweilen mehr als den doppelten Durchmesser und besteht aus wenig geschlängelten oder geraden Fäden. In beiden Arten ist die äußere Schleimhülle von dem drei- bis mehrfachen Durchmesser des Fadens selber. In der *Katagnymene* Gallerte fanden sich eigenartige kleine Naviculaceen, die als *Stigmaphora*-Arten (Taf. XLVII, Fig. 3. 4) beschrieben sind; sie sind auch aus der Bucht von Villefranche bekannt und wahrscheinlich neritischen Vorkommens.

Ebenso ist *Anabaena* spec. (vergl. Systematischer Teil, S. 402, und Allgemeiner Teil, weiter unten), nur in der Nähe Sumatras an zwei Stationen nachgewiesen und als neritisch anzusehen (Taf. XLV, Fig. 8).

Die eigenartigste Schizophycee ist *Richelia intracellularis* SCHMIDT, die in Symbiose mit *Rhizosolenia*-Arten lebt, in deren Zellen oberflächlich oft in großer Menge ihre kurzen charakteristischen Fäden stets in Längsrichtung der Wirtszelle ausbreitet, sich rechtzeitig in je 2 Fäden teilt und mit diesen an die entgegengesetzten Zellpole wandert, so daß die *Rhizosolenia*-Tochterzellen ihre Gäste von vornherein mit auf den Weg bekommen. Dieselbe Schizophycee kommt nun zwar auch frei vor, wird dann aber ihrer geringen Größe wegen leicht übersehen. Sie findet sich endlich auch in den Ketten von *Chaetoceras contortum* in die Lücken zwischen den einzelnen ziemlich weit stehenden Zellen eingewandert. Es wird später versucht werden, das Verhalten der Art von ökologischen Gesichtspunkten aus zu deuten. Taf. XLV, Fig. 3, 4. Von OSTENFELD und SCHMIDT ist die Form vereinzelt im Roten Meer, und massenhaft in der Malakka-Straße und im inneren Teil des Golfes von Siam gefunden worden; die Art wird uns an der afrikanischen Küste abermals begegnen, während sie auf der freien Hochsee fehlt. Alles dies berechtigt uns, sie ebenfalls als neritischen Bestandteil des Phytoplanktons anzusprechen.

Die Phytoplanktonfänge in der Nähe Sumatras und auf der Fahrt durch das Mentawei-Becken, zwischen den Inseln hindurch bis zu den Nikobaren sind durch großen Reichtum und Mannigfaltigkeit der Formen ausgezeichnet. Es sind die Stationen 185—212. Diese Planktonmassen kann ich jedoch durchweg nicht für oceanisch halten, es überwiegt hier überall der Einfluß der Landnähe und der relativ geringen Meerestiefe. Zunächst sind zahlreiche am Grunde oder Ufer lebende Arten nur zufällig im Plankton mitenthalten, wie *Navicula corymbosa* AG., *N. ramosissima* AG., *Pleurosigma litorale* W. SM., *P. angulatum* W. SM., *Nitzschia Closterium* W. SM., *N. (Sigma)* spec., *Synedra crystallina* KTZG., *Licmophora* spec., *Lyngbya aestuarii* LIEBMANN u. s. w.

Sodann ist eine sehr große Zahl der neu auftretenden Planktonten neritischer Natur, wie sich für die Diatomeen auf Grund vorliegender Erfahrungen leicht feststellen läßt [1]), während für die Peridineen entsprechende Vergleichsbeobachtungen und Angaben noch fehlen. Immerhin wird auch bei dieser Klasse ein gewisser Prozentsatz neritischer Formen angenommen werden dürfen. Die wichtigsten bisher auf der Fahrt durch den Indischen Ocean nicht gefundenen, weil neritischen Planktonformen der Diatomeen, die hier auftreten, sind: *Chaetoceras lorenzianum* GRUN., *Ch. contortum* SCHÜTT, *Ch. diversum* CL., *Ch. sociale* LAUDER, *Cerataulina Bergonii* H. P., *C. compacta*

1) H. H. GRAN, Nord. Plankton, l. c. giebt z. B. bei den von ihm aufgeführten Arten stets an, ob Küstenform oder oceanisch.

Ostf. (vermutlich!), *Asterionella japonica* Cl., *Detonula Schroederi* P. Bergon, *Bellerochea malleus* Van Heurck und *B. indica* n. sp., *Lauderia borealis* Gran und *L. punctata* n. sp. (Taf. XLII, Fig. 7), *Lauderiopsis costata* Ostf., *Rhizosolenia setigera* Brtw., *Navicula membranacea* Cl. und die Gattungen *Streptotheca*, *Lithodesmium*, *Skeletonema*, vermutlich auch *Guinardia*. Für neritisch glaube ich auch halten zu müssen *Chaetoceras aequatoriale* Cl. (Taf. XLV, Fig. 1), das immer nur in Küstennähe auftritt, aber zu selten ist, um ein genaues Urteil zu erlauben.

Ueber das Verhältnis der drei großen Planktonklassen im neritischen Plankton bis zu den Nicobaren ist zu sagen, daß meist die Schizophyceen vorherrschen, besonders sobald die beiden *Katagnymene*-Arten auftreten; daß an einzelnen Stellen aber die Diatomeen die Oberhand gewonnen hatten, daß die Peridineen, besonders zahlreiche *Ceratium tripos*-Formen stets einen sehr erheblichen aber auf der in Rede stehenden Strecke niemals einen vorwiegenden Teil des Phytoplanktons stellten. Unter 19 Fängen, die deutliche Vorherrschaft einer Klasse erkennen ließen, waren 13mal die Schizophyceen, 6mal die Diatomeen der obsiegende Teil; und bei den Diatomeen waren bald die *Chaetoceras*-Arten, bald die Rhizosolenien überwiegend.

Die kurze Strecke quer durch den Busen von Bengalen brachte eine Vorherrschaft der Peridineen, vor allem zahlreicher *Ceratium tripos*-Arten. Die neritischen Planktonten traten sehr zurück; *Richelia intracellularis* blieb jedoch in einzelnen Exemplaren, und zwar in verschiedenen Species von *Rhizosolenia* als Wirten, bis Colombo erhalten. An Stelle des neritischen *Chaetoceras lorenzianum* Grun. waren hauptsächlich große Ketten von *Chaetoceras coarctatum* Lauder zu beobachten, deren Zellen fast regelmäßig zahlreiche Vorticellen trugen, und daneben *Chaetoceras sumatranum* n. sp., Taf. XLV, Fig. 2, eine neue Art mit ungewöhnlich großen Zellen. Beide waren bereits in dem Kanal westlich von Sumatra beobachtet, traten dort aber gegen *Ch. lorenzianum* mehr in den Hintergrund. *Rhizosolenia*-Arten waren sehr zahlreich; *Rh. hebetata* (Bail) f. *semispina* Gran, *Rh. calcar avis* Schulze und *Rh. styliformis* Brtw. sind wohl die häufigsten. *Rh. robusta* Norman und die ihr ähnelnde *Rh. annulata* n. sp. Taf. XLI, Fig. 4, die auffälligsten Arten. *Pyrocystis*-Zellen fanden sich stets vertreten, in der tieferen Lage herrschte Reichtum an *Coscinodiscus*, *Planktoniella*, *Valdiviella* und *Gossleriella*. Station 216 vor Colombo trat der Nähe des Landes entsprechend wieder Schizophyceenplankton, und zwar von *Trichodesmium Thiebautii* Gomont vorherrschend auf, im Hafen selbst zeigte ein Fang von Apstein eine ungeheuere Menge von *Skeletonema costatum* Grun. neben vereinzelten anderen neritischen Formen.

Schon auf der ersten Station hinter Colombo Station 217 unter 4° 56′,0 N. Br., 78° 15′,3 OL. war rein oceanisches Phytoplankton erreicht. *Chaetoceras peruvianum* Brtw. *Ch. tetrastichon* Cl., *Ch. sumatranum* n. sp., und *Ch. coarctatum* Lauder, *Rhizosolenia calcar avis* Schulze, *Rh. robusta* Norman, *Rh. hebetata* f. *semispina* Gran *Rh. amputata* Ostf. und die großen *squamosen* Arten neben sehr zahlreichen *Ceratium* und *Ceratium tripos*-Arten, *Goniodoma*, *Ceratocorys*, *Amphisolenia*, *Ornithocercus* und allen Pyrocysteen bilden von hier ab den Grundtypus bis zur Station 239 unter 5° 42′,3 S Br. 43° 36′,5 O L, wo mit der Annäherung an den gewaltigen afrikanischen Kontinent die neritischen Planktonelemente wieder mehr hervortreten.

Doch finden sich in dem langen Laufe von Station 217 bis 239 noch einige Abschattierungen, die Interesse erwecken. Bei dem großen Malediven-Atoll Suadiva tritt vorherrschend eine als

var. *Suadivae* n. var. bezeichnete Wuchsform von *Ch. peruvianum* auf, die sich durch eine ganz außergewöhnliche Borstenlänge und -spannung der stets einzeln bleibenden Zelle auszeichnet. Taf. XLIII, Fig. 3. Ueberhaupt wirkte die Nähe des Atolls bereits auf die Phytoplanktonflora in Richtung einer Förderung der Diatomeen ein, wie Schimper ausdrücklich hervorhebt und wie auch aus dem Materiale erkennbar ist. Zwei weitere interessante *Chaetoceras*-Arten, *Ch. bacteriastroides* n. sp., Taf. XLIV, Fig. 2, und *Ch. buceros* n. sp., Taf. XLIV, Fig. 1, setzen hier ein, sie sind in tieferen Wasserschichten zu Hause. Auch ein weiteres neues, großzelliges *Chaetoceras* der Borealia, das uns bis an die afrikanische Küste begleiten wird, tritt bei Suadiva zuerst in Erscheinung; es hat nach dem Mittelpunkte seines Verbreitungsgebietes den Namen *Ch. Seychellarum* n. sp. erhalten. Taf. XLIII, Fig. 4. Die Verteilung der vorherrschenden Formen auf der Reise von Ceylon bis Station 239 geht am besten daraus hervor, daß von 18 Stationen, bei denen vorherrschende Formen genannt sind, eine auf *Chaetoceras*-Arten fällt (das eben genannte Atoll Suadiva), eine auf Coscinodiscoideen, neun auf *Rhizosolenia*-Arten, sechs auf Peridineen und eine auf *Pyrocystis*; die Schizophyceen fallen also auf dieser Strecke bei den vorwiegenden Formen gänzlich aus. Von den Seychellen ab wird häufiger eine durch Vermehrung der charakteristischen Federstacheln von 6 auf 7 und 8 ausgezeichnete Form von *Ceratocorys horrida* Stein beobachtet, die *Ceratocorys horrida* var. *africana* n. var. genannt worden ist. Taf. LII, Fig. 1—3.

Das erste Anzeichen des neritischen mit Station 239 unter 5^0 42',0 S. Br., 43^0 36',5 O. L. wieder einsetzenden Phytoplanktons ist *Richelia intracellularis* Schm., die mit sehr winzigen Exemplaren in *Rhizosolenia styliformis* beginnt, dann aber auch in *Rh. hebetata* f. *semispina* Gran, *Rh. cylindrus* Cl. und in den Lücken der Ketten von *Chaetoceras contortum* Schütt sich reichlich zeigt. Das Wiederauftreten von *Chaetoceras lorenzianum* Grun, *Lithodesmium*, *Cerataulina* und *Streptotheca*, neben direkten Uferformen, wie *Biddulphia mobiliensis* (Bail.) und *Isthmia*-Arten, das Vorherrschen von Schizophyceen Station 240 unter 6^0 12',9 S. Br., 41^0 17',3 O. L. — wo *Trichodesmium erythraeum* Ehrbg. mit wenig *Trichodesmium tenue* Wille dazwischen das ganze Phytoplankton ausmacht — alles das sind Zeichen neritischen Charakters in der Schwebeflora. Daneben sind natürlich auch hier oceanische Vertreter der Gattungen *Chaetoceras* (*Ch. coarctatum* Lauder mit Vorticellen. *Ch. peruvianum* Brtw., *Ch. Seychellarum* n. sp., *Ch. tetrastichon* Cl.), *Rhizosolenia* (*Rh. hebetata* [Bail.] f. *semispina* Gran, *Rh. calcar avis* Schulze, *Rh. styliformis* Brtw., *Rh. imbricata* Brtw., *Rh. squamosa* n. sp., *Rh. Temperei* H. P., *Rh. robusta* Norman, *Rh. quadrijuncta* H. P., *Rh. Stolterfothii* H. P., während die auf der Hochsee häufige *Rh. amputata* Ostf. fehlt) und andere vorhanden. So Station 239 selbst z. B. *Climacodium Frauenfeldianum* Grun., das hier außerordentlich reichlich vorkommt und von der Oberfläche bis 100 m Tiefe gefunden ward mit einem Maximum bei 60—45 m; von hier aus nach oben stärker abnehmend als gegen die Tiefe hin. Die mit Annäherung an die Küste verbundene Zunahme des Diatomeenplanktons wird auch dieses Mal bemerkbar. *Rhizosolenia cochlea* Brun und *Rh. hyalina* Ostf. treten neu auf. Peridineen bleiben daneben häufig, besonders verschiedene *Ceratium*-Arten und von *Ceratium tripos* eine Mischung von Vertretern der Subsektionen *macroceras, volans, flagelliferum* mit dem dickwandigen *Ceratium tripos vultur* Cl. und vereinzelten Exemplaren der kurzen, schwerfälligen Sectio *rotunda*. Auffallend ist die erhebliche Zunahme der Gattung

Peridinium selbst in sehr großen Arten, wie *Peridinium grande* Kofoid, Taf. LII, Fig. 4, und andere. Bei Station 245 unter 5° 27',9 S. Br., 39° 18',8 O. L. findet sich noch einmal vorherrschendes *Chaetoceras*- und *Bacteriastrum*-Plankton, darunter die eigenartige Mittelform *Chaetoceras peruvio-atlanticum* n. sp., welche Charaktere der *Phaeoceras*-Sektionen Atlantica und Borealia in sich vereinigt (vergl. Systemat. Teil, S. 385, Taf. XLIII, Fig. 1). Station 247 bei 3° 38',8 S. Br., 40° 16',0 O. L. folgt ein vorwiegendes *Rhizosolenia*-Plankton mit sehr zahlreichen Arten, während die Peridineen im allgemeinen zurücktreten und nur die langhörnigen *Ceratium tripos*-Arten der Subsektionen *flagelliferum, volans, macroceras* reichlicher zu beobachten sind.

Bei Station 250 unter 1° 47',8 S. Br. und 41° 58',8 O. L. ist plötzlich eine erhebliche Veränderung zu konstatieren[1]), wo die Fahrt aus dem Südäquatorialstrom, der sein südhemisphärisches, 28—28,8° warmes Wasser mit der Schnelligkeit von 2,4 Seemeilen in der Stunde nach Nordost führt, in die unter dem Einfluß des Nordost-Monsuns mit 2,2 Seemeilen Geschwindigkeit nach Südwest fließende Trift nordhemisphärischen Wassers von nur 27,1°, 26,4° und 25,8° übertritt. Infolge davon ist die Dichte des Wassers eine völlig veränderte, und die Rückwirkung dieses Faktors auf die Zusammensetzung des Phytoplanktons ist unverkennbar. Die leicht schwebenden *Bacteriastrum*-Arten und alle langhörnigen *Chaetoceras*-Formen, wie *Ch. Seychellarum* n. sp., *Ch. tetrastichon* Cl., sind mit einem Schlage verschwunden, nur in der Tiefe von 100 m werden noch einzelne spärliche Bruchstücke von ihnen gefunden. Dagegen sind die neritischen *Chaetoceras sociale* Lauder, *Ch. contortum* Schütt, *Ch. Willei* Gran, *Ch. lorenzianum* Grun. um eine neue Art, deren Schwebehörner äußerst winzige Entwickelung zeigen, *Ch. filiferum* n. sp., Taf. XLIV, Fig. 5, vermehrt, die aber nur kurze Zeit erhalten bleibt. Die großen squamosen *Rhizosolenia*-Arten, wie *Rh. Temperei* H. P., *Rh. squamosa* n. sp., fehlen oder zeigen nur Bruchstücke in der Tiefe, dagegen sind die *Rh. quadrijuncta* H. P., *Rh. robusta* Norman, *Rh. Stolterfothii* H. P., *Rh. imbricata* Brtw., *Rh. calcar avis* Schulze, *Rh. cochlea* Brun, *Rh. styliformis* Brtw. vorhanden, und die neuen Arten *Rh. africana* n. sp., Taf. XLI, Fig. 8, und *Rh. similis* n. sp., Taf. XLI, Fig. 9, stellen relativ dickwandige und schwerfällige Ersatzformen für die großen *Rhizosolenia Temperei* etc. -Zellen dar.

Am auffälligsten ist der Unterschied in der Vertretung der Peridineen. An Stelle der leichten, langarmigen *Ceratium tripos*-Arten der Subsektionen *macroceras, flagelliferum, volans* sind lediglich die *rotunda*-Formen, wie *azoricum* var. *brevis* Ostf. u. Schm., *lunula* Schimper var. *robusta* n. v., *gibberum* var. *sinistra* Gourrei vorhanden, und die dickwandige Subsectio *robusta*. Nur in der Tiefe konnten vereinzelte Bruchstücke von *macroceras* Ehrbg. nachgewiesen werden.

Dieser Zustand bleibt mit geringen, auf den wechselnden Landabstand zurückzuführenden Schwankungen während der weiter nordwärts gehenden Fahrt erhalten; die Dichte und der Salzgehalt nehmen langsam zu, die Temperaturen bleiben in der Regel unter 28°. Zwar kommen hie und da wieder einzelne Exemplare leichter schwebender Formen vor, doch die schwerfälligen Arten aller Klassen behalten die Oberhand. Für das nach und nach ausscheidende *Chaetoceras coarctatum* Lauder tritt *Chaetoceras sumatranum* n. sp. wieder auf und übernimmt auch die Rolle als Träger von Vorticellen-Kolonien. *Rhizosolenia amputata* Ostf. stellt sich wieder ein.

Nur als das Schiff zu den Stationen 267 und 268 (diese unter 9° 6',1 N. Br., 53° 41',2 O. L.) weiter vom Lande abgebogen war und Wasser etwas minderer Dichte, ein wenig ver-

1) Vergl. Reiseberichte der Deutschen Tiefsee-Expedition 1898—1899, l. c. S. 63, 64 u. 103—104.

ringerten Salzgehaltes und etwas höherer Temperatur in größerer Entfernung vom Lande (170 Seemeilen) erreicht hatte, zeigten sich die früher beobachteten langhörnigen *Ceratium tripos*-Formen der *macroceras*-, *flagelliferum*- und *volans*-Untersektionen, *Ceratium* (*ranipes* Cl.) *palmatum* Br. Schröder und die große *Rhizosolenia Temperei* H. P. von neuem. Die dickwandigen *Ceratium tripos robustum* Ostf. und *vultur* Cl. waren hier meist in Kettenbildung eingetreten oder hatten ihre Antapikalhörner, bisweilen auch den Apex nachträglich verlängert, um den Formwiderstand zu erhöhen und so vor dem Untersinken bewahrt zu bleiben. Taf. LI, Fig. 12, 13, 14.

Die große Menge von reichgemischtem Phytoplankton an den Stationen der auf drei Seiten rings geschlossenen Bucht von Aden muß wohl auf die von Osten hineinstreichende Strömung zurückgeführt werden. Denn es finden sich in dem sehr salzigen und dichten Wasser außer den zu erwartenden schweren, kurzen Formen, z. B. von *Ceratium*, auch die langhörnigen vor, außer den dickwandigeren Rhizosolenien auch die großen squamosen Zellen von *Rhizosolenia Castracanei* H. P. und *Rhizosolenia Temperei* H. P. Freilich sind die verschiedenen *Chaetoceras*-Arten wie die hierher geratenen Schizophyceen, welche an Orten geringeren Salzgehaltes besser gedeihen, alsbald zu Grunde gegangen, und nur ihre Ueberreste sind in den tieferen Schichten noch nachweisbar. Dagegen scheinen andere Arten sich gerade hier sehr wohl zu fühlen. So konnten auf Station 269 unter 12° 51′,8 N. Br., 50° 10′,7 O. L. allein 3 neue, besonders ansehnliche *Peridinium*-Arten beobachtet werden, *Peridinium pustulatum* n. sp. (Taf. LII, Fig. 5), *Peridinium remotum* n. sp. (Taf. LIII, Fig. 5) und *Peridinium longipes* (Taf. LIII, Fig. 6). Station 270, weiter im Inneren der Bucht, herrschen die gleichen Verhältnisse; doch sind hier auch die bis dahin der zunehmenden Salinität standhaltenden Rhizosolenien von der Oberfläche verschwunden und in ihren abgestorbenen Zellen mit *Chaetoceras* und *Climacodium Frauenfeldianum* zusammen 100 m tief hinabgesunken. Nur *Rhizosolenia hyalina* Ostf. scheint widerstandsfähiger zu sein und in gewissem Grade auch *Climacodium Frauenfeldianum* Grun., denn beide Formen halten bis ins Rote Meer bei 37 und 38 pro mille Salzgehalt noch als vorherrschende Arten aus. Station 274 unter 26° 27′,3 N. Br., 34° 36′,7 O. L. sind bei 40 pro mille Salz freilich nur noch Spuren von Phytoplankton übrig geblieben.

Es ist in den Ausführungen über die horizontale Verbreitung des indischen Phytoplanktons der Versuch gemacht, die zur Beobachtung gelangten Verschiedenheiten dem Abwechseln der oceanischen und neritischen Formelemente in erster Linie zur Last zu legen. Dabei darf aber nicht verschwiegen werden, daß Schimper's hinterlassene Notizen diese Differenzen als Ausdruck verschiedener Florengebiete aufzufassen suchen. Er bezeichnet den Abschnitt der Reise vom Eintritt in das Mentawei-Becken an bis Ceylon als das Gebiet des „bengalischen Planktons". Da, wie er zugiebt, das Bild durch die neritischen Einflüsse sehr gestört wird, so beginnt mit dem Verlassen der Nikobaren erst das reine „bengalische Plankton, ohne Küsteneinflüsse". Es ist nach Schimper „charakterisiert durch das Vorherrschen von *Rhizosolenia semispina* unter den Diatomeen, durch das Vorkommen von *Richelia intracellularis* Schm., des Vorticellen tragenden *Chaetoceras coarctatum* Lauder und der *Valdiviella formosa* Schimper." Nun sahen wir jedoch *Valdiviella formosa* nach den durchgeführten Untersuchungen des Materials bereits lange vor den Cocos-Inseln auftreten und konnten die Form weit über Ceylon hinaus verfolgen. *Chaetoceras coarctatum* Lauder mit seinen Vorticellen tritt bei denselben Cocos-Inseln ebenfalls auf und reicht bis Dar es Salam oder etwas weiter, ohne vorher irgendwo völlig ausgeschaltet zu

werden. *Richelia intracellularis* Schm. ist seiner vorher geschilderten Verbreitung nach mit ziemlicher Sicherheit als neritisch anzusprechen. Das Vorherrschen von *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) f. *semispina* Gran läßt sich freilich ohne genaue Zählung weder behaupten noch verneinen.

Von Ceylon ab bis Station 239 unter 5° 42′,3 S. Br., 43° 36′,5 O. L. soll eine wesentlich verschiedene, als „arabisches Plankton" bezeichnete Pflanzengesellschaft herrschen. „*Rhizosolenia semispina* wird durch die verwandte *calcar avis* ersetzt, eine neue *Rhizosolenia amputata* Ostf. kommt zum Vorschein. *Richelia* und *Valdiviella* sind ganz, das Vorticellen tragende *Chaetoceras* fast ganz verschwunden. Dieser Zustand bleibt auf der Hochsee im großen und ganzen unverändert, obwohl die Rhizosolenien bald reichlich, bald wenig auftreten, bis Station 238, wo *Rhizosolenia* und überhaupt Diatomeen fehlten." „Station 239 trat ein wesentlicher Unterschied zum Vorschein, indem *Rhizosolenia semispina* wieder auftrat, *Rhizosolenia calcar avis* und *amputata* fehlten! Die Rückkehr zum bengalischen Typus war Station 240 noch weit mehr ausgeprägt, indem nicht bloß *Richelia intracellularis* wieder auftrat, *Rhizosolenia calcar avis* und *amputata* konstant fehlten, sondern auch das Vorticellen tragende *Chaetoceras* häufig wird, und die im arabischen Plankton höchstens spurenweise auftretenden Oscillarien massenhaft auftreten; auch ganz vereinzelt *Katagnymene spiralis*! Vielleicht ist das Auftreten der Oscillarien auf den Einfluß der Küstennähe zurückzuführen; ganz bestimmt ist dies von dem *Climacodium*[1]) anzunehmen." Später soll dann wieder der arabische Charakter hervortreten u. s. w.

Dagegen ist nun geltend zu machen, daß *Rhizosolenia amputata* Ostf. dem ganzen Indischen Ocean eigentümlich ist; zuerst konnte die Species bei Station 164 beobachtet werden, vor allem ist sie auch dem von Schimper als bengalischen Plankton herausgehobenen Teil nicht fremd, wie Durchsicht des Stationsverzeichnisses lehrt. *Valdiviella* ist Station 218, 221, 226, 228 u. s. w. festgestellt, im „arabischen Plankton" also mehrfach nachgewiesen. *Chaetoceras coarctatum* Lauder konnte bereits vorhin als im ganzen Indischen Ocean verbreitet dargetan werden. *Richelia intracellularis* (und in gewissem Grade die Schizophyceen überhaupt) konnten mit guten Gründen als Anzeichen neritischen Charakters aufgefaßt werden. So bleibt auch hier nur das nicht ohne weiteres abzuschätzende Vorherrschen einer der beiden häufigsten *Rhizosolenia*-Arten übrig; da beide aber auf jeder Station fast aufgeführt sind, wird sich darauf ein fundamentaler Unterschied nicht gründen lassen. Demnach scheint die Scheidung in oceanischen und neritischen Teil — da die Grenzen mit denen Schimper's zusammenfallen — den Thatsachen, wie sie jetzt klargelegt werden konnten, besser zu entsprechen, als die Einteilung in zwei verschiedene Florengebiete.

Die vertikale Verbreitung des Phytoplanktons im Indischen Ocean.

Wie stellt sich nun zu dieser horizontalen Verteilung des Phytoplanktons die Verbreitung der lebenden Pflanzenwelt in die Tiefe; bis zu welcher Tiefe finden sich assimilierende Organismen im Indischen Ocean, und in welchem Abstande von der Oberfläche lebt die Hauptmasse der vorher genannten Formen?

1) *Climacodium* ist in seinen beiden Arten: *Cl. Frauenfeldianum* Grun. und *Cl. biconcavum* Cl. wohl sicher als rein oceanische Form zu betrachten, wird auch von Gran (Nord. Plankton, l. c. S. 109) so aufgefaßt; ich weiß nicht, was Schimper zu der gegenteiligen Annahme veranlaßt haben kann.

Die Beantwortung dieser Fragen war ja für das antarktische Meer bereits im ersten Teile der Phytoplanktonbearbeitung gegeben [1]); die Resultate mögen hier in aller Kürze nochmals angeführt sein. Die obersten 200 m enthalten den Hauptteil des lebenden, organische Masse produzierenden Phytoplanktons und zwar steigert sich die Menge von 0—40 m, bleibt 40—80 m etwa konstant uud fällt dann ab. Einzelne lebende Zellen sind jedoch bis 400 m ca. stets nachweisbar. Die ganze Masse von konsumierenden Meeresorganismen lebt also auf Kosten der oberen 200 bis 400 m; sei es daß die Konsumenten die lebenden Pflanzen selbst oder ihre wie ein Regen zu Boden fallenden absterbenden und toten Ueberreste verzehren. Das Oberflächenplankton wird von den Gattungen *Chaetoceras, Rhizosolenia* und *Thalassiothrix* vorzugsweise gestellt, dem Tiefenplankton gehören fast ausschließlich *Coscinodiscus*-Arten und dieser Gattung nahe stehende Formen an.

Es wird zweckmäßig sein, kurze Zusammenfassungen über die Resultate der wichtigsten Schließnetzfänge, die ja allein die gewünschte Auskunft einwandsfrei ergeben können, der Discussion voranzustellen, und ich nehme dazu die von Schimper an Bord angefertigten Berichte, die gleich nach Untersuchung des frischen Materials abgefaßt sind, indem ich nur die Bestimmung der Formen berichtige, und wichtig scheinende Ergänzungen, die meine Durcharbeitung des Materials ergab, einfüge [2]).

„Schließnetzzüge vom 6. Januar. Station 169, 34° 13',6 S. Br., 80° 30',9 O. L.

1. 0—100 m. 1) 0—10 m. Das vegetabilische Plankton ist sehr spärlich und vorwiegend von *Peridinium (divergens)*, dann von *Ceratium fusus* Duj. gebildet, weniger *Ceratium tripos* (Subsectio *macroceras*). Von Diatomeen sind wohl ziemlich viel leere oder mit ganz abgestorbenen Inhaltsresten noch versehene Schalen vorhanden, lebende Exemplare hingegen ganz zurücktretend: *Synedra spathulata* Schimper, *Rhizosolenia alata* Brtw., *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) f. *semispina* Gran. Von *Asteromphalus heptactis* Ralfs 1 Exemplar. [Temperatur bei 0 m = 18,5°. Nach Schott aus Station 168 uud 170 kombiniert!]

2) 20—40 m. Das vegetabilische Plankton ist wiederum sehr spärlich und dem oberflächlichen ähnlich. Auch hier herrschen *Peridinium (divergens)* und *Ceratium fusus* Duj.! vor, während die teils sehr schlanken (Subsektionen *macroceras, flagelliferum*), teils weniger schlanken (Sectio *rotunda*) Formen des *tripos*-Typus zurücktreten. Die Diatomeen sind ebenfalls vornehmlich durch leere oder durch abgestorbene Exemplare vertreten: *Synedra spathulata* Schimper, *Rhizosolenia alata* Brtw. und *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) f. *semispina* Gran. (*Nitzschia seriata* Cl. und) Spuren von *Thalassiosira subtilis* Ostf. (einige Exemplare von *Planktoniella Sol* Schütt). [Temperatur bei 25 m (= 19,2° Station 170) wäre hier wohl auf 18° anzusetzen.]

3) 40—60 m. Das Plankton ist etwas reichlicher, die Peridineen sind spärlicher, namentlich tritt *Peridinium (divergens)* zurück. Diatomeen: *Synedra spathulata* Schimper, *Rhizosolenia, Thalassiosira, Chaetoceras, Bacteriastrum.* In wenigen Exemplaren zeigt sich die in den höheren Stufen fehlende *Planktoniella Sol* Schütt und *Asteromphalus heptactis* Ralfs. 1 Exemplar *Corethron.* [Temperatur bei 50 m = 16°.] (*Planktoniella Sol* hier nach meinen Beobachtungen bereits überwiegend.)

1) G. Karsten, Antarktisches Phytoplankton, l. c. S. 10.

2) Meine Zusätze meist in Klammern.

4) 60—80 m. Das Plankton ist sehr reichlich, indem *Synedra spathulata* Schimper eine sehr starke Zunahme erfahren hat. Die anderen Bestandteile zeigen keine wesentliche Veränderung (nur tritt ein *Coscinodiscus incertus* n. sp. neu auf). [Temperatur bei 75 m = 15,4° (Station 170).]

5) 80—100 m. Die Planktonmenge ist wiederum ungefähr auf diejenige der Stufe 3 zurückgesunken. Die Peridineen sind wenig verändert, doch scheinen die in keiner Stufe reichlichen, sehr schlanken Formen des *tripos*-Typus zu fehlen. Eine starke Abnahme hat *Synedra spathulata* Schimper erfahren, hingegen ist *Planktoniella Sol* Schütt jetzt beinahe zur vorherrschenden Form geworden, auch *Asteromphalus heptactis* Ralfs zeigt bedeutende Zunahme. Sonstige Diatomeen dieselben wie in 3 und 4: *Rhizosolenia*, *Chaetoceras*, *Nitzschia seriata* Cl., *Thalassiosira*, *Bacteriastrum*. [Temperatur bei 100 m = 13,4°.]

II. Schließnetzzug 300—400 m. Lebend zeigten sich nur mehrere Exemplare von *Planktoniella Sol* Schütt, sowie des meist assimilierenden *Peridinium (divergens)*. Erstere zeigen vielfach Störungen in der Anordnung der Chromatophoren, die auf ungünstige Bedingungen bezw. beginnendes Absterben hinweisen, und tote Exemplare sind häufiger als lebende. Außerdem viele leere Schalen der höher lebenden Diatomeen und eines *Coscinodiscus* (*incertus* n. sp.)." [Temperatur bei 400 m = 11,7°.]

Eine Ergänzung für die Tiefenlage von 300 m bis 500 m bildet der folgende Bericht.

„Schließnetzzüge vom 12. Januar. Station 175, 26° 3',6 S. Br., 93° 43',7 O. L.
300—350, 350—400, 400—500 m.

Das oberflächliche Plankton ist reichlich und hauptsächlich von 3 Diatomeen gebildet, *Hemiaulus Hauckii* Grun., in meist abgestorbenen langen spiraligen Fäden, und 2 *Rhizosolenia*-Arten. Schlanke tropische Ceratien des *tripos*-Typus aus den Subsektionen *macroceras*, *flagelliferum* und *volans* sind reich vertreten, außerdem sind *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray und einzelne Exemplare von *Antelminellia gigas* Schütt vorhanden.

Die Schließnetzfänge ergaben einander ganz ähnliche Resultate.

I. 300—350 m. Es sind zahlreiche kurze Bruchstücke des in den oberflächlichen Schichten lange Fäden bildenden *Hemiaulus Hauckii* Grun. vorhanden, beinahe ausnahmslos sind sie abgestorben und gebräunt, nur ganz vereinzelt zeigen sich lebende Zellen. Lebend wurden außerdem nur ein *Coscinodiscus* in einem einzigen Exemplar gefunden, dessen Chromatophoren die normale Lage eingebüßt hatten, und 2 Exemplare der nicht assimilierenden *Diplopsalis lenticula* Bergh. (oder einer ähnlichen Peridinee). In leeren Schalen waren vertreten: *Planktoniella Sol* Schütt *Rhizosolenia* und *Ceratium*.

II. 350—400 m. Hier sind wiederum kurze abgestorbene Fragmente des *Hemiaulus* reich vertreten. Der einzige Unterschied im Vergleich zum vorigen Fange ist das Auftreten vereinzelter Exemplare der *Halosphaera viridis* Schmitz. Es wurden im ganzen deren 5 beobachtet, die sämtlich viele Stärkekörner, dagegen kein Chlorophyll oder solches nur in Spuren enthielten. Die Stärkekörner waren infolge von Totalreflexion schwarz umrandet, was auf starke Abnahme des Plasma hinweist. Außerdem waren sie nicht, wie im normalen Zustande, gleichmäßig, sondern bei 3 Exemplaren netzig verteilt und bei den beiden anderen zusammen mit

den Plasmaresten zu einem desorganisierten Klumpen zusammengehäuft. Lebend wurde außerdem ein Exemplar des nicht assimilierenden *Peridinium (divergens)* gefunden. Schalen ohne Inhalt oder mit abgestorbenen Inhaltsresten wurden beobachtet von *Rhizosolenia*, *Asteromphalus*, *Ceratium*, *Pyrocystis*, *Planktoniella*.

III. 400—500 m. Der Fang glich dem vorhergehenden, auch in Bezug auf *Halosphaera*, welche wiederum in einigen Exemplaren mit ähnlichen Anzeichen mehr oder weniger fortgeschrittener Desorganisation beobachtet wurde. Ein Exemplar von *Coscinodiscus* sp. wurde, anscheinend normal und gesund, gesehen, und einige Bruchstücke von *Hemiaulus* enthielten wiederum lebende Zellen.

Ganz überwiegend waren, wie in den anderen Fängen, tote, meist leere Diatomeen und Peridineen, *Hemiaulus* (vorherrschend), *Rhizosolenia*, *Ceratium*, *Ornithocercus*, *Pyrophacus*, *Synedra spathulata* Schimper, *Peridinium (divergens)*."

Nicht übergehen möchte ich die Stufenfänge aus dem Kanal zwischen Sumatra und den Mentawei-Inseln, von denen kein Schimper'sches Protokoll vorliegt.

Schließnetzfänge vom 31. Januar. Station 191, 0° 39',2 S. Br., 98° 52',3 O. L. 30—210 m.

An der Oberfläche herrscht ein nicht allzu reichliches, aber für die Gegend typisches Phytoplankton. Die beiden *Katagnymene*-Arten und *Trichodesmium contortum* Wille, *Richelia intracellularis* Schm. (in *Rhizosolenia styliformis* Brtw.) vertreten zusammen mit *Chaetoceras lorenzianum* Grun. das neritische Plankton. *Chaetoceras peruvianum* Brtw., *Hemiaulus Hauckii* Grun. und *Euodia inornata* Castr. sind ebenso wie *Ceratium tripos volans* Cl. var. *elegans* Br. Schröder, *Ceratium fusus* Duj., *Ceratocorys*, *Ornithocercus*, *Peridinium* und *Pyrocystis* Vertreter der oceanischen Elemente darin. Vereinzelte Formen der Schattenflora, wie *Asteromphalus*, finden sich. Temperatur 29,4°.

1) Bei 30—80 m treten eine Zelle von *Planktoniella Sol* Schütt und eine *Halosphaera* zu den Oberflächenformen hinzu, *Trichodesmium*, *Peridinium* und *Pyrocystis* sind daneben gefunden. Temperatur bei 50 m = 27,7°.

2) 85—120 m. Neue Formen, die hier zur Beobachtung kamen, sind *Asterolampra marylandica* Ehrbg., *Coscinodiscus gigas* Ehrbg. var. *Diorama* Grun., *Gossleriella tropica* Schütt; *Planktoniella Sol* Schütt und *Halosphaera viridis* Schmitz bleiben intakt erhalten, während die Mehrzahl der sonst an der Oberfläche herrschenden Arten, darunter *Chaetoceras*, *Rhizosolenia*, die Ceratien, *Pyrocystis* u. s. w., abgestorben sind und *Katagnymene* nur noch in völlig desorganisierten Massen zu erkennen ist. Temperatur bei 100 m = 27,3°, bei 125 m = 19,6°.

3) 145—180 m. Zwei *Planktoniella*-Zellen, *Thalassiosira* und *Euodia* sind in beginnender Desorganisation vorhanden, daneben ein *Peridinium (divergens)*. Temperatur bei 150 m = 16,2°.

4) 190—210 m endlich, sind an intakten lebenden Zellen noch gefunden eine *Halosphaera*, 3 verschiedene *Coscinodiscus*-Zellen, eine *Gossleriella*; dagegen sind 1 *Euodia* und 3 *Planktoniella* im Beginne der Desorganisation, von *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) f. *semispina* Gran findet sich ein Fragment. *Goniodoma*- und *Peridinium*-Zellen sind normal erhalten, *Ceratium tripos intermedium* Joerg dagegen abgestorben und *Ornithocercus* desorganisiert. Von den ganzen

Schizophyceen lassen sich keine Spuren mehr vorfinden. Temperatur bei 200 m 12,6°[1]). Die Tiefe betrug hier nur 750 m.

Weitere wichtige Schließnetzfänge folgen in kurzen Abständen auf der Strecke Colombo-Dar es Salam. Sie seien wiederum nach SCHIMPER's Berichten hier angeführt.

Schließnetzfänge.

18. Februar. Station 218, 2° 29',9 N. Br., 76° 47',6 O. L.

I. 2000—1700 m. Lebend nur *Peridinium (divergens)* (nicht assimil.), im übrigen bloß Schalen mit oder ohne Inhaltsreste, vorwiegend von *Rhizosolenia*, untergeordnet von *Ceratium*, *Coscinodiscus*, *Planktoniella*, *Pyrocystis*.

II. 300—200 m. Temperatur bei 200 m 13° C.

Lebend waren einige Vertreter der Schattenflora in spärlichen Exemplaren: *Halosphaera*, *Planktoniella*, *Coscinodiscus* (2 Arten, wohl *C. excentricus* EHRBG. und *C. guineensis* G. K.) *Diplopsalis lenticula* BERGH. Im übrigen enthielt der Fang nur tote Schalen, wiederum vorwiegend von *Rhizosolenia*, vereinzelt von *Pyrocystis*, *Pyrophacus*, *Planktoniella Sol.* SCHÜTT, *Ceratium* sp. div., *Phalacroma*, *Chaetoceras*, *Coscinodiscus*.

III. 100—80 m. Temperatur bei 100 m 26,1° C.

Die Zahl der lebenden Pflanzenindividuen ist beträchtlich gestiegen. Es sind ausschließlich Vertreter der Schattenflora: *Coscinodiscus guineensis* G. K. *Gossleriella tropica* SCHÜTT, *Planktoniella Sol.* SCHÜTT und *Diplopsalis lenticula* BERGH. Schalen wie II.

IV. 80—60 m. Temperatur bei 50 m 27,3° C.

Die Schattenflora ist bis auf ganz vereinzelte Exemplare von *Planktoniella*, *Coscinodiscus* und *Diplopsalis* verschwunden. Dagegen ist die tiefer ganz fehlende Lichtflora in großer Mannigfaltigkeit und Menge der Individuen vertreten, namentlich *Rhizosolenia* und *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. MURRAY, *Pyrocystis fusiformis* J. MURRAY, auch *Amphisolenia*, *Ceratium*, *Pyrophacus*. Die Fänge (V) 60—40 m und (VI) 40—20 m ergaben ganz ähnliche Resultate wie 80—60 m. Von 20 m bis zur Oberfläche wurde nicht gefischt. Temperatur an der Oberfläche 28,0° C.

21. Februar. Station 220, 1° 57',0 S. Br., 73° 19',1 O. L.

I. 3000 m. Nur tote Schalen, namentlich von *Rhizosolenia*, außerdem von *Euodia*, *Coscinodiscus*, *Asteromphalus*, *Planktoniella*, mit oder ohne Inhalt.

22. Februar. Station 221. 4° 5',8 S. Br., 73° 24',8 O. L.

I. 1600—1000 m. Lebend einige Exemplare von *Peridinium (divergens)*. Außerdem tote Schalen, mit oder ohne Inhalt von *Coscinodiscus excentricus* EHRBG., *Asteromphalus Wyvillii* CASTR., *Rhizosolenia*, *Euodia*, *Planktoniella*, *Valdiviella formosa* SCHIMPER, *Gossleriella tropica* SCHÜTT, *Chaetoceras*.

II. 220—185 m. Temperatur bei 215 m 13,2°, bei 184 m 14,3°.

Lebend, außer einem Exemplar von *Pyrocystis lunula* SCHÜTT und einem *Chaetoceras*, nur

1) Die angegebenen Temperaturen waren von SCHIMPER aufgeführt, nur diese letzte Zahl fehlte dort und ist nach SCHÜTT l. c. Temperaturkurve No. 21, Temperaturreihe No. 40 ergänzt.

Vertreter der Schattenflora, in ziemlich beträchtlicher Individuenzahl: *Antelminellia gigas* Schütt, *Planktoniella Sol* Schütt, *Halosphaera*, *Coscinodiscus guineensis* G. K. und das indifferente *Peridinium (divergens)*, *Asterolampra marylandica* Ehrbg., *Valdiviella formosa* Schimper. Außerdem sind tote Schalen von Diatomeen und Peridineen vorhanden.

III. 180—145 m. Aehnlich wie II. Temperatur 175 m = 16,2°.

IV. 140—105 m Temperatur bei 100 m 20,3°.

Wie III, außerdem *Gossleriella* (Schattenflora) und je ein Exemplar von *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray und *lunula* Schütt.

28. Februar. Station 227, 2° 56',6 S. Br., 67° 59',0 O. L.

I. 1000—800 m. Lebend ein Exemplar von *Phalacroma doryphorum* Stein, sonst nur tote Schalen mit oder ohne Inhalt, namentlich von *Antelminellia gigas* Schütt und *Rhizosolenia*.

II. 800—600 m. Lebend mehrere, meist sehr kleine Exemplare von *Peridinium (divergens)* und 2 Exemplare von *Halosphaera*, letztere mit zusammengehäuften reduzierten Chromatophoren und reichem Stärkegehalt. Schalen wie in I.

III. 600—400 m. Lebend sind mehrere Exemplare von *Peridinium (divergens)*, *Halosphaera* (Struktur wie in II), 4 *Coscinodiscus*. Zahlreiche Schalen.

1. März. Station 228, 2° 38',7 S. Br., 65° 59',2 O. L.

Fortsetzung der vorhergehenden Fänge.

IV. 420—350 m. Normal aussehende Exemplare von *Planktoniella Sol* Schütt, *Valdiviella formosa* Schimper und *Antelminellia gigas* Schütt in Mehrzahl vorhanden. Außerdem je ein Exemplar von *Pyrocystis lunula* Schütt und *Phalacroma doryphorum* Stein; *Halosphaera* nicht beobachtet. Schalen immer noch vorherrschend.

V. 320—250 m. Lebende Exemplare reichlicher: *Planktoniella Sol* Schütt und *Valdiviella formosa* Schimper, *Antelminellia gigas* Schütt, *Halosphaera* (Struktur wie in II), *Coscinodiscus*, *Peridinium (divergens)*. Schalen, namentlich von *Rhizosolenia*, sind massenhaft vorhanden.

VI. 280—150 m. Sehr zarte Formen von *Antelminellia gigas* Schütt; *Halosphaera* hat jetzt meist normale Struktur. Ein lebendes Exemplar von *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray und eins von *Ceratium gravidum* Gourret.

2. März. Station 229, 2° 38',9 S. Br., 63° 37',9 O. L.

I. 1600—1400 m. Lebend mehrere Exemplare von *Peridinium (divergens)* und eins von *Phalacroma doryphorum* Stein. Im übrigen Schalen mit oder ohne Inhalt reichlich.

II. 1000—800 m. Lebend außer *Peridinium (divergens)* mehrere *Halosphaera* mit den erwähnten Anomalien, letztere auch in abgestorbenen Exemplaren, ein winziger *Coscinodiscus* und je ein *Coscinodiscus* und eine *Planktoniella* in stark verändertem Zustande. Unter den äußerst zahlreichen Schalen herrscht *Coscinodiscus* vor.

III. 800—600 m. Lebend nur *Peridinium (divergens)*, Schalen von *Coscinodiscus nodulifer* Janisch, *Coscinodiscus Eta* etc. massenhaft.

IV. 600—400 m. Lebend mehrere *Halosphaera* mit den oben erwähnten Anomalien, ferner einige Exemplare von *Planktoniella Sol* Schütt und ein Exemplar *Coscinodiscus*. Viele Schalen.

V. 400—200 m. Lebend zahlreiche völlig normale Exemplare von *Coscinodiscus excentricus* Ehrbg., *Coscinodiscus nodulifer* Janisch, *Coscinodiscus Eta* n. sp., ferner *Planktoniella*, *Valdiviella*, *Asteromphalus* und *Halosphaera*, letztere stets noch abnorm. Tote *Halosphaera* reichlich.

VI. 200—20 m. Außer der Lichtflora zeigt der Fang eine ganz außergewöhnlich große Individuenzahl der Schattenarten. *Planktoniella*, *Valdiviella*, verschiedene Arten von *Asteromphalus* und *Coscinodiscus* sind zahlreich, etwas weniger reichlich *Halosphaera*, meist normal, *Gossleriella* Lichtformen: *Rhizosolenia*, *Ceratium* etc.

Die nächsten Schließnetzfänge liegen näher der afrikanischen Küste. Der eine, den ich nach Schimper's Bericht folgen lasse, fällt noch auf das Gebiet des offenen Meeres; an der Oberfläche sind keine Diatomeen vorhanden, nur Peridineen.

Schließnetzzüge vom 10. März. Station 236, 4° 38',6 S. Br., 51° 16',6 O. L.

I. 2600—2300 m. Schalen von *Euodia* (mit Inhalt), *Coscinodiscus* (zum Teil mit Inhalt), *Ornithocercus* (leer), *Rhizosolenia* (leere Fragmente), *Asteromphalus* (leer), *Chaetoceras* (ein kleines Bruchstück). Temperatur bei 2700 m = 2,0°.

II. 180—130 m. Eine mäßige Anzahl lebender Exemplare von *Planktoniella Sol* Schütt, *Coscinodiscus*-Arten, *Gossleriella*, *Halosphaera*. Daneben zahlreiche tote Schalen von *Ceratium* (mit Inhaltsresten), *Planktoniella* (meist mit Inhalt), *Coscinodiscus* (meist leer). Temperatur bei 150 m = 15,2°.

III. 120—100 m. Aeußerst zahlreiche lebende Exemplare von *Planktoniella Sol* Schütt, weniger *Valdiviella formosa* Schimper, außerdem in Mehrzahl lebende Exemplare von *Coscinodiscus*, *Asteromphalus*, *Euodia*, *Gossleriella*, *Peridinium (divergens)* und einzelne von *Pyrocystis lunula* Schütt und *Pyrocystis fusiformis* J. Murray. Tote Exemplare von *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray, *Ceratium* etc.

IV. 100—65 m. Zahlreiche Exemplare von *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray, der Mehrzahl nach jedoch abgestorben, eine *Amphisolenia Thrinax* Schütt, lebend. Einzelne Exemplare von *Planktoniella Sol* Schütt und *Valdiviella formosa* Schimper, aber, mit Ausnahme eines einzigen, tief modifiziert. Ein Exemplar *Coscinodiscus* und eine *Halosphaera*, lebend. Viele *Ceratium*, aber sämtlich abgestorben, der Inhalt völlig geschrumpft und gebräunt. Temperatur bei 100 m = 20,0°, bei 80 m = 24,5°, bei 60 m = 27,7°.

Oberfläche: Viele lebende *Ceratium*, *Pyrocystis*, *Goniodoma*, *Ornithocercus*, keine Diatomeen. Temperatur 28,1°[1]).

Der andere Schließnetzfang trifft bereits das unter dem Einfluß der Küste des mächtigen Kontinentes beginnende neritische Phytoplankton. Station 239, 5° 42',3 S. Br., 43° 36',5 O. L.

1) 0—13 m. Viel *Rhizosolenia imbricata* Brtw., *Climacodium Frauenfeldianum* Grun. und *Chaetoceras tetrastichon* Cl., daneben zahlreiche langhörnige Ceratien aus den Subsektionen *volans*, *flagelliferum*, *macroceras* und kürzere der Sectio *rotunda*. Einige Schalen von *Planktoniella Sol*

1) Temperaturangaben nach Schott, l. c.

Schütt und ein Exemplar von *Antelminellia gigas* Schütt mit in Unordnung befindlichen Chromatophoren. Temperatur bei 0 m = 28,8° [1].

2) 3—20 m. Ziemlich das Gleiche, die Ceratien sehen hier normaler aus.

3) 23—40 m. *Climacodium Frauenfeldianum* Grun. vielfach, die Ceratien an Zahl vermindert, aber ziemlich die gleichen Arten. *Ceratocorys horrida* Stein neu hinzugekommen. Temperatur bei 25 m = 28,5°.

4) 44—61 m. Weitere Zunahme von *Climacodium Frauenfeldianum* Grun. Immer noch dieselben Ceratien. *Antelminellia*- und *Planktoniella*-Schalen. Temperatur bei 50 m = 28,0°.

5) 64—81 m. Die ersten lebenden *Planktoniella*-Zellen. Immer noch viel *Climacodium Frauenfeldianum* Grun., *Ceratocorys horrida* Stein var. *atricana* n. var.

6) 85—103 m. *Planktoniella Sol* Schütt, *Amphisolenia Thrixax* Schütt, *Ornithocercus magnificus* Stein, starke Abnahme von *Ceratium*. Temperatur bei 100 m = 24,6°.

7) 104—121 m. *Planktoniella Sol* Schütt, *Antelminellia gigas* Schütt, *Coscinodiscus nodulifer* Janisch, *Asterolampra marylandica* Ehrbg., *Chaetoceras Seychellarum* n. sp. *Ceratium* ganz vereinzelt.

1500 m. Lange Ketten von *Ceratium tripos vultur* Cl. mit Inhalt. *Antelminellia gigas* Schütt mit Chromatophoren und *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray.

Endlich zeigt der letzte Schließnetzfang bei Station 268, 9° 6',1 N. Br., 53° 41',2 O. L., nochmals die Schattenflora in ihrer Vollzahl beisammen.

1) 0—17 m. Ausschließlich Peridineenplankton, vorzugsweise langgliederige *Ceratium*-Arten, daneben *Amphisolenia*, *Ornithocercus* und *Peridinium*. Temperatur bei 0 m = 27,5°.

2) 4—24 m. Kaum verändert; vereinzelt tritt *Planktoniella* auf, und Schalen von *Coscinodiscus excentricus* Ehrbg. Ceratien vielfach in Bruchstücken. Temperatur bei 25 m = 27,0°.

3) 15—42 m. Die langhörnigen Ceratien treten gegen diejenigen der Sectio *rotunda* zurück. *Ceratocorys*, *Ornithocercus* mehrfach. *Trichodesmium tenue* Wille. *Planktoniella* mehrfach. Schalen von *Coscinodiscus nodulifer* Janisch.

4) 46—63 m. Die gedrungenen *Ceratium*-Formen haben die längeren fast vollständig verdrängt; die Coscinodiscoideen nehmen erheblich zu: *Coscinodiscus nodulifer* Janisch, *C. subtilissimus* n. sp., *Planktoniella Sol* Schütt, *Ornithocercus*, *Phalacroma*, *Podolampas*. *Rhizosolenia*-Arten in Bruchstücken. Temperatur bei 50 m = 26,4°.

5) 67—80 m. *Valdiviella formosa* Schimper und *Thalassiothrix heteromorpha* n. sp. neu hinzugekommen. Die Ceratien nur noch sehr wenig zahlreich. *Trichodesmium tenue* Wille hält aus.

6) 88—105 m. Die oben genannten *Coscinodiscus*-Arten, *Planktoniella*, *Gossleriella tropica* Schütt und *Halosphaera viridis* Schmitz sind vorhanden, daneben noch einige schwerfälligere Ceratien, *Amphisolenia*, *Ornithocercus*, *Phalacroma* und *Peridinium*. Temperatur bei 100 m = 23,5°.

Sucht man jetzt die aus den Schließnetzfängen erhaltenen Resultate anders zu formulieren, so würde das Ergebnis lauten müssen:

Die Hauptmasse des tropischen Planktons ist in den oberen 200 m enthalten, und unterhalb von 400 m sind überall nur noch vereinzelte lebende

1) Temperaturen 239 und 268 nach Schütt, l. c.

Zellen zu finden. Bei Einteilung in Zonen von je 20 m wird eine stetige Zunahme bis zur Tiefe von 80 m die Regel sein. Doch ist die Tiefenabstufung minder gleichmäßig als in der Antarktis, denn wie der Vergleich der Schließnetzfänge Station 208 zeigt, ist hier bereits bei ca. 60 m eine maximale Phytoplanktonmenge erreicht, die Stufe bis 80 m ist durch Ausfallen der Ceratien der Masse nach sehr gemindert, und die dann erst einsetzende Coscinodiscoideenflora wird in der Stufe bis 100 m den Ausfall wohl nicht ganz wieder einbringen können. Station 239 dagegen zeigt die entsprechenden Verschiedenheiten erst ca. 20 m tiefer in fast gleicher Weise eintreten, und Station 236 hat das Maximum der Coscinodiscoideen ebenfalls erst unterhalb von 100, vielleicht sogar von 120 m. Wenigstens lassen die Stationen 221 und 228 vermuten, daß der Schwerpunkt der Schattenflora hier näher bei 200 m liegt als bei 100 m, oder doch daß sie nicht so plötzlich gegen die Tiefe abschneidet, wie es für andere Fälle festgestellt ist.

In dem neritischen Phytoplankton an der Westseite Sumatras liegt dagegen das Maximum lebender Zellen sicherlich weit näher der Oberfläche, da die Schizophyceen, wie verschiedene Befunde erweisen, das Hinabsinken in tiefere Schichten resp. die damit verbundene Verdunkelung nicht zu ertragen vermögen (vergl. z. B. Station 180 100 m, Station 189 30—0 m, Station 107 Anm. SCHIMPER, Station 200 100 m u. s. w.). Dagegen hat bereits Station 169, d. h. der erste im Indischen Ocean gemachte Stufenfang, seine maximale Phytoplanktonmenge bei 80 m und die Coscinodiscoideenstufe bei 100 m.

Innerhalb der oberen 80 m scheint eine weitere Gliederung nicht strenge durchgeführt, doch läßt sich aus einem Vergleich zahlreicher Stationen, welche auf 30—0 m und gleichzeitig auf 100 oder 200—0 m ausgeführte Fänge besitzen, darauf schließen, daß die langhörnigen Ceratienformen zunächst der Oberfläche leben, daß die leichtesten Diatomeenformen, wie die *Rhizosolenia*-Ketten, von ihnen verdrängt, erst in den nächst daran schließenden Schichten Platz finden, daß dagegen die Ceratien wieder den Schizophyceen weichen müssen, sofern sie im neritischen Schizophyceenplankton überhaupt häufig sind. Die großen, einzeln lebenden *Rhizosolenia*-Zellen von *Rh. Temperei* H. P., *Rh. Castracanei* H. P., *Rh. squamosa* n. sp., *Rh. robusta* NORM. halten sich überhaupt etwas tiefer als ihre kleineren Gattungsgenossen, und wenn diese einen sehr bedeutenden Durchmesser erreichen (z. B. Station 209 *Rh. styliformis* 120 μ), so sinken sie ebenfalls in etwas tiefere Lagen zurück. Auch die *Chaetoceros*-Ketten zeigen in den verschiedenen Arten eine gewisse Tiefenabstufung. *Chaetoceros peruvianum* BRTW. scheint die obersten Schichten 10—0 m zu bevorzugen, *Chaetoceros coarctatum* LAUDER dagegen findet sich an den meisten Stationen erst von 20—0 m an oder noch tiefer (vergl. Station 181, 182, 198). Die neuen Formen *Chaetoceros bacteriastroides* n. sp. und *Chaetoceros lucens* n. sp. fehlen 30—0 m, treten erst in der Schicht 100—0 m auf (Station 220, 221, 226). Ebenso fehlen *Chaetoceros sumatranum* n. sp., *Ch. tetrastichon* CL. und *Ch. Seychellarum* n. sp. Station 220 auf 30—0 m, *Ch. indicum* n. sp. ist hier abgestorben; an der gleichen Station bringt ein Fang 200—0 m alle drei Formen und *Ch. lucens*, *Ch. bacteriastroides* dazu lebend herauf; dasselbe wiederholt sich Station 226. In 10—0 m sind *Ch. tetrastichon* CL., *Ch. coarctatum* LAUDER tot, 200—0 m dagegen am Leben, und *Ch. bacteriastroides* gesellt sich ihm hier bei. Kurz, aus alledem geht hervor, daß *Chaetoceras peruvianum* BRTW. eine hoch schwebende Art ist, daß dagegen *Ch. sumatranum*, *Ch. Seychellarum*, *Ch. tetrastichon*, *Ch. coarctatum*, *Ch. bacteriastroides* und *Ch. lucens* in den Lagen unterhalb 30 m bessere Existenzbedingungen finden.

Bezüglich der einzelnen Fundmengenangaben ist es schwierig, genaue Angaben über die Tiefenoptimum zu machen, da sie nach den Stationsprotokollen fast in allen Schichten verbreitet zu sein scheinen. Immerhin gelingt es nachzuweisen, daß *Ceratium* und *Centrocyrtis* in mehreren Stationen (z. B. 185, 185, 187, 212 usw.) in den oberflächlichen Fängen fehlen, dagegen in den tiefen Fängen regelmäßig angetroffen werden. Daß die *Peridinium*-Arten, *Diplopsalis* und *Podolampas* mehr den tiefer lebenden Formen zuzurechnen sind, geht aus den gegebenen Schließnetzprotokollen ja zur Genüge hervor. Möglicherweise dürfte in ihren gewöhnlicheren Arten *palmata* und *bipes* der Oberfläche angehören. Dagegen ist *D. Ovum* (Schütt) häufiger in den tiefer gehenden Fängen wahrzunehmen. Die Gattung *Ceratium* endlich ist ja mit so außerordentlich mannigfaltigen Formen vertreten, daß sie für alle Schichten besondere Arten und Varietäten entwickelt zu haben scheint. Die schmalen, der Formenmittelstufe entsprechenden Zellen von *Ceratium gravidum* Gourret oder die zum kurzgehörnten *C. tripos* neigenden *C.* var. *furca* Ostf. oder *C. tripos* gibberum Gourret werden natürlich weiten Lagen einnehmen müssen, resp. dichterem Wasser angepaßt sein, als die leichten Arten der *fusus*- oder *vultur*-Subsektionen. Und zwischen diesen beiden Extremen sind ja eine Fülle verschiedenster Abstufungen vorhanden.

Minder häufige und in weniger schließbaren Arten vertretene Gattungen von Planktonten liefern naturgemäß nur wenig Material für solche Vergleichung; doch dürfte es bei genügend gesteigerter Zahl von Beobachtungen gelingen müssen, für jede Art schließlich eine bevorzugte Tiefenlage festzustellen.

Einen Beweis dafür liefern ja schon die einen wichtigen Teil des Planktons die oben mitgeteilten Schließnetzfänge, welche zeigen, daß in dem tropischen Indischen Ozean eine typische Tiefenvegetation oder mit Schimper's Ausdruck „Schattenflora" (adynamische Vegetation) vorkommt, welche sich ja auch in der Antarktis seiner Zeit im ersten Teil dieser Mitteilungen nachgewiesen werden konnte. In ihren prädominanten Bestandteilen setzt sich auch innerhalb der Tropen die Schattenflora ausschließlich aus Diatomeen zusammen, denen sich einige zumeist chlorophyllfrei auftretende, also wohl saprophytisch lebende Peridineen anreihen.

Die Gattung *Coscinodiscus* Ehrb., die in der Antarktis einen so überraschenden Formenreichtum aufzuweisen hatte, ist in den tropischen Meeren weniger entwickelt; die in den kalten südlichen Meeren häufigen *Actinoptychus*-Arten sind fast ganz verschwunden. Dafür finden *Asteromphalus* und besonders die mit schwebefähig ausgebildeter Art versehenen Gattungen *Rhizosolenia*, *Planktoniella* und *Chaetoceras* sehr reichliche Verbreitung, und als Riese unter ihnen tritt *Ethmodiscus rex* (Wall.) Hendey [= *Syn.* *Hyalodiscus*] auf. Von Peridineen sind besonders *Protoperidinium*-Arten, *Phalacroma*, *Histiogaster* in tieferen Lagen zu finden; jedoch sind alle drei genannten, wenn auch nicht scharfe Netze nötig, um sie einigermaßen zu charakterisieren, sich saprophytisch ernährende Typen zu betrachten. Die dritte wichtige Komponente der tropischen Schattenflora ist *Mesodinium rubrum* Stein.

Die Tiefenlage dieser Formen variiert nun aber nach den verschiedenen Stationen recht beträchtlich; *Mesodinium* ist meistens in Schließnetzfängen vorhanden und beim Station 210 ist die ganze Tiefenvegetation in tieferem Wasser als 1000 m anzutreffen.

Eine allgemein gültige Erklärung für die Verschiedenheit dieser Tiefenlagen wird zur Zeit kaum möglich sein, da hierbei so verschiedene Faktoren in Frage kommen. Zunächst liegt es ja nahe, Beziehungen durch die Temperatur vermuten. Die den Schließnetz-

zügen beigesetzten Temperaturangaben der in Frage kommenden Tiefen lassen aber einen Einfluß der höheren oder geringeren Wasserwärme auf die Verteilung als sehr unwahrscheinlich erkennen; *Planktoniella Sol* z. B. ist Station 169 bei 16° und bei 12° unverändert erhalten, sie tritt Station 239 bei ca. 25°, Station 268 bei 26,4° so gut wie 23,5° auf und kommt Station 191 bei 27,3°, wie bei 19,6° und bei 16,2° vor, Temperaturdifferenzen können hier also für die Beschränkung auf die tieferen Wasserschichten kaum ernstlich in Frage kommen. Es wird daher ebenso, wie es für die antarktischen Formen[1] durch Versuche von Schimper nachgewiesen werden konnte, auch hier in erster Linie an die Belichtungsdifferenzen der verschiedenen Tiefenlagen zu denken sein.

Aber auch dabei sind noch verschiedene Umstände in Betracht zu ziehen. Einmal ist die Durchsichtigkeit der oberen Wasserschichten in sehr hohem Grade abhängig nicht nur von der größeren oder geringeren Menge, sondern auch von der gröberen oder feineren Beschaffenheit[2] des Planktons. Eine Vergleichung der betreffenden Fundstellen mit den Durchsichtigkeitsbeobachtungen bei Schott[3] ergiebt jedoch durchaus keine irgendwie zufriedenstellenden Resultate.

Für einige Fälle höheren Vorkommens sind mit ziemlicher Sicherheit Vertikalströmungen anzunehmen. Hierher rechne ich in erster Linie das häufige Auftreten von *Planktoniella Sol* neben *Asteromphalus heptactis* in den Schichten bis zu 40, vereinzelt sogar 20 m unter der Oberfläche bei Station 169, worauf noch später zurückzukommen sein wird. Auch für Station 268 wäre dieselbe Möglichkeit in Erwägung zu ziehen, wo *Planktoniella* bis zu 4—24 m unter der Oberfläche gefunden ist. Zwar ist an der ganzen um das Kap Guardafui[4] herum liegenden ostafrikanischen Küste ein typisches Auftriebsgebiet vorhanden — aber nur für die Zeit des Südwest-Monsuns, während der Aufenthalt der Tiefsee-Expedition noch durchaus unter Herrschaft des Nordost-Monsuns stand. Demnach könnte diesmal nur ein ganz lokaler Auftrieb in Betracht kommen. Jedenfalls darf in dem Auftreten der Schattenformen in höheren Wasserschichten unter Umständen ein wertvolles Hilfsmittel erblickt werden, auf etwaiges lokales Vorkommen aufwärts gerichteter Wasserbewegung hinzuweisen, das vor anderen den Vorzug besitzt, schnell und sicher nachweisbar zu sein.

Endlich wäre noch daran zu denken, daß aus der Tiefe senkrecht aufsteigende Inseln auch unter den Tropen eine erhebliche Verdunkelung für die tieferen Schichten der nächstumliegenden Wasserstrecke bedeuten müssen. Wie eine auf freiem Felde gezogene Mauer der niedrigen Bodenvegetation auf jeder Seite nur die eine Hälfte des Licht spendenden Himmels frei läßt, so wird auch hier an den Steilküsten einer Koralleninsel derselbe Fall vorliegen müssen. Und was für Oberflächenschichten vielleicht weniger in Betracht kommt, wird in 100—300 m Tiefe bereits sehr viel fühlbarer geworden sein. Das Auftreten der gesamten Schattenflora im flachen Küstenwasser des Suadiva-Atolls könnte vielleicht auf derartige Ursachen zurückgeführt werden, da sehr steil aufragende Wände ja eine den Atollen allgemein zukommende Eigenschaft darstellen.

Die relativ geringe Zahl der Komponenten in der für den ganzen Indischen Ocean gleichförmigen Schattenflora scheint zunächst in einem gewissen Gegensatz zu der Reichhaltigkeit der

1) G. Karsten, Antarkt. Phytoplankton, l. c. S. 16, 17.
2) Vergl. dazu G. Schott, l. c. S. 230, 231.
3) G. Schott, l. c. S. 203—207.
4) Ders., l. c. Atlas, Taf. XXXIX und A. Puff, Das kalte Auftriebswasser etc., Diss. Marburg, 1891, S. —1.

Oberfläche zu stehen, doch sind immerhin ca. 20 verschiedene *Coscinodiscus*-Arten im systematischen Teil aufgeführt, von denen freilich nur wenige eine größere Verbreitung an verschiedenen Stationen zeigten, wie *Coscinodiscus nodulifer* JANISCH. der überall häufige *Coscinodiscus excentricus* EHRBG. und vor allem der große *Coscinodiscus rex* WALLICH = *Antelminellia gigas* SCHÜTT. Alle diese Formen fallen minder ins Auge als die zierliche, im Indischen Ocean sehr verbreitete *Planktoniella* mit ihrem Schweberand und die elegante, nicht allzu seltene *Gossleriella*. Von *Asteromphalus*-Arten ist *A. heptactis* RALFS die häufigste; im äquatorialen Teile treten aber *A. Wyvillii* CASTR. und *A. elegans* GREV. ihm vollkommen an die Seite. Ob *Asterolampra* als Tiefenform aufzufassen ist, war bisweilen zweifelhaft, da sie relativ häufig in oberflächlichen Schichten ebenfalls auftrat, doch überwiegt ihr Vorkommen in den bis 100 und 200 m ausgeführten Planktonfängen.

Damit wären die Coscinodiscoideen-Tiefenformen wohl erschöpft, höchstens könnte die an den letzten Stationen angetroffene *Coscinosira* noch genannt werden; alle sonst zu Ketten verbundenen Arten, wie *Skeletonema*, *Stephanopyxis* etc., sind an oberflächliche Wasserschichten gebunden. Somit bliebe nur noch *Halosphaera* zu nennen. Es ist auffallend, daß diese Art im Indischen Ocean so häufig an der Oberfläche sich einstellte, auch wenn die sonstigen Angehörigen der Schattenflora sich in normaler Tiefe hielten. Doch scheint dieser Vorgang für die Art charakteristisch zu sein; sie wäre den Planktonfischern in Neapel gewiß erst viel später bekannt geworden[1]), wenn sie stets an ihren ca. 200 m tiefen (normalen?) Aufenthalt gebunden wäre. Solange der Entwickelungsgang von *Halosphaera* so ungenügend erforscht ist, bleibt stets die Möglichkeit zu erwägen, daß gewisse Entwickelungszustände, z. B. die Schwärmer, überhaupt an der Oberfläche leben, daß also die Zellen vor der Schwärmerbildung auftauchen müssen.

Demnach können wir die Beobachtungen über die Verteilung des indischen Phytoplanktons kurz zusammenfassen: Die Hauptmasse des indischen Phytoplanktons ist an die obersten 200 m gebunden. Auf die ganz oberflächlich lebenden leichten *Ceratium*-Formen und Schizophyceen folgen die *Rhizosolenia*-Ketten der Arten *semispina*, *alata*, *styliformis*, *calcar avis* etc., die *Chaetoceras peruvianum*- und *Bacteriastrum*-Kolonien, alsdann die kompakteren Peridineen, wie *Ceratium tripos*, Sectio *rotunda*, *Amphisolenia* etc., die großzelligen Rhizosolenien, wie *Castracanei*, *Temperei*, *squamosa*, *robusta*, *Chaetoceras Seychellarum*, *sumatranum*, *coarctatum*, *bacteriastroides* und *buceros*. Die *Pyrocystis*-Arten ebenso wie *Ornithocercus*, *Ceratocorys* u. s. w. scheinen an keine Höhenlage gebunden zu sein. So steigert sich die Ansammlung von der Oberfläche bis zu ca. 60, 80 und 100 m. Durch Zurückbleiben der oberflächlicheren Arten entsteht bisweilen ein Rückschlag an Masse, bevor die Schattenflora aus *Planktoniella*, *Valdiviella*, *Coscinodiscus*, *Antelminellia* und *Halosphaera* einsetzt und bis ca. 150 m durchschnittlich, bisweilen 200 m, eine ziemlich dichte Vegetation bildet. Dann nehmen ihre Zellen langsam an Häufigkeit ab, bis ca. 400 m; farblose *Peridinium*-, *Phalacroma*- und *Diplopsalis*-Zellen gehen noch weiter in die Tiefe. Schließlich bleibt aber nur noch der ständige, nach unten langsam dünner werdende Regen von abge-

1) FR. SCHMITZ, *Halosphaera*, l. c. Mitteil. d. Zoolog. Station Neapel, Bd. I, 1879, S. 67.

storbenen, zu Boden fallenden Teilen aus der lebenden Pflanzendecke der oberflächlichen Schichten. Die vereinzelten Vorkommnisse von sehr viel tiefer gefundenen, vollkommen normalen, lebenden Pflanzenzellen sind als Schwebesporen aufzufassen und finden weiterhin noch Erwähnung. Zunächst wollen wir aber mit dieser ausführlicher gehaltenen Beschreibung des indischen Phytoplanktons dasjenige des Atlantischen Oceans vergleichen.

Horizontale Verbreitung des atlantischen Phytoplanktons.

Nach den Ergebnissen der Phytoplanktonfänge, wie sie im 2. Teil dieser Bearbeitung[1]) vollständig mitgeteilt worden sind, beginnt der erste Warmwasser-Anstrich des Pflanzenlebens und damit die genauere Aufführung der Fänge im Tagebuche Schimper's mit Station 14 unter 43° 32',1 N. Br., 14° 27' W. L., also nur wenig nördlich von der Breite des Cap Finisterre. Es finden sich ohne genauere Tiefenangabe[2]) *Planktoniella Sol* Schütt, *Halosphaera viridis* Schmitz und eine Anzahl von *Ceratium tripos*-Formen, darunter *macroceras* Ehrbg. und *C. tripos intermedium* Joergensen, außerdem *C. reticulatum* Poucher, also Formen, die wärmeres Wasser andeuten; die Oberflächentemperatur hatte zum ersten Male 20° erreicht. In dem bis 200 m Tiefe ausgeführten Fange sind die *C. tripos macroceras*-Formen sogar als vorherrschend genannt und *C. tripos flagelliferum* Cl. als zweite langarmige Form beobachtet. Station 21 unter 33° 48',9 N. Br., 14° 21',5 W. L. kommen *Hemiaulus Hauckii* Grun., *Cerataulina Bergonii* H. P., *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray, *Ornithocercus magnificus* Stein und *Dinophysis homunculus* Stein als weitere Warmwasserformen hinzu; die Oberflächentemperatur beträgt 22,1°.

Station 26 unter 31° 59',3 N. Br., 15°,5 W. L. bringt *Halosphaera*, *Ornithocercus* und *Antelminellia* an der Oberfläche; *Halosphaera* zeigt sich auch 1500 m tief „ziemlich viel". Erst Station 32 unter 24° 43',4 N. Br., 17° 1',3 W. L. wird bei einem bis 200 m ausgeführten Planktonfang *Gossleriella tropica* Schütt beobachtet. Vorherrschend ist *Ceratium tripos flagelliferum* Cl., und daneben sind sehr zahlreiche weitere, meist der schwereren Sectio *rotunda* angehörige Ceratien vorhanden, ebenso *Diplopsalis*, *Pyrophacus*, *Podolampas*, *Phalacroma*, mehrere *Peridinium*, verschiedene *Pyrocystis*-Formen und *Halosphaera*, so daß die Peridineen entschieden überwiegen. Von Diatomeen sind nur *Chaetoceras*-Bruchstücke, *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina* Gran, *Dactyliosolen meleagris* G. K., *Hemiaulus*, *Cerataulina* und die bereits genannte *Gossleriella* zur Stelle, im Schimper'schen Material derselben Station fand sich *Antelminellia* noch dazu ein. Das Bild bleibt im ganzen zunächst unverändert. An der Oberfläche herrscht meist wechselvolles Peridineenplankton oder die Schizophycee *Trichodesmium Thiebautii* Gomont. Diese tritt freilich erst reichlicher auf mit Station 40 unter 12° 38',3 N. Br., 20° 14',9 W. L., nachdem die kältere Canarische Strömung verlassen und das Schiff in den Guineastrom bei ca. 26° Oberflächentemperatur eingetreten war. Hier stellte sich auch *Planktoniella* wieder ein, außerdem *Chaetoceras coarctatum* Lauder, das bisher gefehlt, außerdem *Ceratocorys horrida* Stein, *Goniodoma*, *Ornithocercus*, *Phalacroma*. Auf der nächsten Station 41 unter 8° 58' N. Br., 16° 27',9 W. L. wurden die großen *Rhizosolenia robusta* Norman, *Rh. Castracanei* H. P., *Rh. Temperei* H. P. und *Rh. quadrijuncta* H. P.

1) G. Karsten, Atlantisches Phytoplankton, l. c. S. 170.

2) Das Material muß nach dem Stationsverzeichnis aus 200 m Tiefe stammen.

zuerst beobachtet, daneben *Chaetoceras tetrastichon* Cl., wiederum *Ch. coarctatum* Lauder und *Climacodium biconcavum* Cl. So geht es weiter; Station 44 herrscht an der Oberfläche reines Peridineenplankton vor, von *Ceratium* neben überwiegend schwereren Arten der Sectio *rotunda* auch leichtere Zellen von *C. tripos volans* Cl. und *C. tripos macroceras* Ehrbg. Als eigenartig fällt bei Station 45, unter 2° 56′,4 N. Br., 11° 40′,5 W. L. und immer noch im Guineastrom gelegen, die vorwiegende Bedeutung von *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray auf, die neben zahlreichen aus *volans*, *flagelliferum* neben schwereren Arten gemischten *Ceratium tripos*-Formen unbedingt herrscht. Diatomeen sind überhaupt nicht resp. nur in Bruchstücken vorhanden.

Es folgt jetzt ein scharfer Vorstoß nach Süden, der über den Aequator hinausführt (Station 48, 0° 9′,3 S. Br., 8° 29′,5 W. L.) und den im Nordsommer so weit nördlich gehenden Südäquatorialstrom erreichen läßt. Die Oberflächentemperatur sinkt auf 23,6°, die Dichte steigt, und das Phytoplankton ist mit einem Schlage von allen *Ceratium tripos volans* Cl. und *Ceratium tripos flagelliferum* Cl. gereinigt, nur die kurzen dicken Formen, wie *C. tripos azoricum* Cl., *C. tripos gibberum* Gourret, *C. tripos lunula* Schimper, *C. tripos arcuatum* Gourret etc. bleiben übrig; daneben *Ornithocercus*, *Ceratocorys*, *Goniodoma*, *Podolampas*. Diatomeen treten vollkommen zurück. So geht es von Station 46 bis 50. Von Station 51 an (unter 0° 55′,7 N. Br., 4° 37′,6 W. L.) beginnt mit Wiedereintritt in den Guineastrom die rückläufige Erscheinung. Die Temperatur steigt auf 24,2°, und *Ceratium fusus* Duj., *Ceratium tripos volans* Cl. treten zunächst neben den plumperen Formen auf und verdrängen bei weiterer Fahrt die schweren *rotunda*-Arten gänzlich, so daß Station 54 unter 1° 51′,0 N. Br., 0° 31′,2 O. L. *Ceratium tripos volans* Cl. und *C. tripos macroceras* Ehrbg. stark vorherrschen und es dann im Schimper'schen Tagebuch heißt: „Nachmittags (fahrend), Oberfläche: Starke Zunahme ganz lang- und dünngehörnter Ceratien; keine dicken Formen gesehen."

Station 55 unter 2° 36′,5 N. Br., 3° 27′,5 O. L. macht sich ein Vorherrschen von Diatomeen, *Thalassiothrix acuta* G. K., *Rhizosolenia styliformis* Brtw. und *Rh. quadrijuncta* H. P., *Chaetoceras coarctatum* Lauder und einer Masse kleiner Zellen von *Navicula corymbosa* Ag. bemerkbar: dieser letztgenannte Bestandteil ist wohl sicher bereits neritischer Art und deutet die Annäherung an die Küste an. Von Peridineen herrschen die schlanken *Ceratium tripos volans* Cl. neben *Peridinium (divergens)*-Arten bei weitem vor. Bei Victoria in der innersten Ecke des Golfes von Guinea ist dann ein überreiches neritisches Plankton, das fast ausschließlich Diatomeen umfaßt, vorhanden. Auffallend ist die völlige Uebereinstimmung der Diatomeen-Elemente mit den an der Westküste von Sumatra im Indischen Ocean beobachteten Formen. Es sind vor allem zu nennen: *Chaetoceras lorenzianum* Grun., *Ch. diversum* Cl., *Ch. sociale* Lauder, *Ch. contortum* Schütt, *Ch. subtile* Cl., *Lauderia borealis* Gran, *Cerataulina Bergonii* H. P., *Asterionella notata* Grun., *Synedra nitzschioides* Grun., *S. affinis* Kütz., *Nitzschia Closterium* W. Sm., *N. longissima* (Bréb.) Rales, *Navicula membranacea* Cl., *Biddulphia mobiliensis* (Bail.) Grun., *Guinardia flaccida* H. P., *Lithodesmium undulatum* Ehrbg., *Aulacodiscus Victoriae* G. K., *Skeletonema costatum* (Grev.) Grun., *Rhizosolenia setigera* Brtw. Die Uebereinstimmung mit dem neritisch-indischen Phytoplankton ist von auffallender Vollkommenheit. Nur ist das indische um einige Gattungen und Arten reicher, wie *Streptotheca* und *Bellerochea*; dort fehlt dagegen *Aulacodiscus*. Auf die Uebereinstimmung des neritischen Phytoplanktons ist noch wieder zurückzukommen. Abweichend von dem indischen Plankton ist das Auftreten von Coscinodiscoideen-Oberflächenformen anscheinend neritischer Art,

nämlich *Actinocyclus dubiosus* G. K. (Taf. XXVII, Fig. 1, 2) und *Coscinodiscus Jantschii* Schm. (Taf. XXV, Fig. 9).

Die weiter folgenden Stationen bleiben zunächst noch unter dem Einfluß der Küstennähe, wie die Beimischung von *Biddulphia mobiliensis* (Bail.) Grun. und *Guinardia flaccida* H. P. bezeugt. Im übrigen herrschen die mannigfaltigsten Peridineen vor, wenigstens der Masse nach.

Die Liste von Station 65 unter 1° 56′,7 S. Br., 7° 48′,5 O. L. mag als Beispiel hier angeführt sein:

Diatomeen.

Chaetoceras furca Cl., Bruchstücke.
„ *peruvianum* Brtw.
„ *coarctatum* Lauder.
Guinardia Blavyana H. P.
Climacodium Frauenfeldianum Grun.
Hemiaulus Hauckii Grun.
Nitzschia seriata Cl.
Rhizosolenia alata Brtw.
„ *calcar avis* Schulze, Bruchstücke.
„ *cylindrus* Cl.
„ *delicatula* Cl.
„ *imbricata* Brtw.
„ *robusta* Norman.
„ *Stolterfothii* H. P.
„ *stricta* G. K.
(nicht squamose Vertreterin der indischen *Rh. amputata* Ostf. im Atlantischen Ocean; dieser Form bis auf den Bau des Gürtels fast genau gleichend [Taf. XXIX, Fig. 11]).

Peridineen.

Pyrocystis fusiformis J. Murray.
Pyrocystis pseudonoctiluca J. Murray, als vorherschende Arten.
Ceratium gravidum Gourret var. *praelonga* Lemm.
„ *fusus* Duj.
„ *furca* Duj. (lange Form).
„ „ var. *incisa* G. K.
„ *reticulatum* Pouchet var. *contorta* Gourret.
„ *tripos lunula* Schimper.
„ „ *macroceras* Ehreg.
„ „ *flagelliferum* Cl.
„ „ *volans* Cl.
„ „ (*patentissimum* Ostf.) *inversum* G. K.
Ceratocorys horrida Stein.
Peridinium (divergens) elegans Cl.
„ „ *oceanicum* Vanhöffen.
Ornithocercus quadratus Schütt.
Pyrophacus horologium Stein.

Schizophyceen.

Trichodesmium contortum Wille.

Die folgenden Stationen 66 u. s. w. lassen den Einfluß der nahen Küste hie und da wohl bemerken, Station 67 z. B. in dem Ueberwiegen der Diatomeen, zum Teil neritischer Arten, an der Oberfläche; es sind vor allem *Chaetoceras peruvianum* Brtw. in meist einzelligen Individuen, *Ch. coarctatum* Lauder, *Ch. lorenzianum* Grun. und *Ch. Ralfsii* Cl., daneben *Rhizosolenia alata* Brtw. in sehr schmächtigen Exemplaren. Doch ist es nicht allein die Nähe des Landes, die hier in Betracht kommt. Die Stationen 68—71 liegen vor der Kongomündung, der seine gewaltigen Wassermassen dem Meerwasser beimischt und es weithin braun färbt. Zur Charakterisierung des Phytoplanktons möge folgende Tagebuchnotiz Schimper's dienen: „40 Seemeilen von der Kongomündung Seewasser braun gefärbt. Viel Ceratien, vornehmlich ganz kurzarmige mit großer Kapsel; viel *Pyrocystis*, ziemlich viel *Coscinodiscus*. Ziemlich viel *Peridinium (divergens)*, einzelne *Biddulphia mobiliensis* und ziemlich viel *Pyrocystis fusiformis* J. Murray; Fehlen der Rhizosolenien."

Die letzte Bemerkung giebt wohl das beste Merkmal: es scheint, daß die stets sehr nahe der Oberfläche lebenden Rhizosolenien gegen das leichtere, dem Meerwasser aufgelagerte Süßwasser empfindlicher sind als die anderen genannten Formen, dasselbe dürfte für *Chaetoceras* gelten, dessen keine Erwähnung geschieht.

Nach Verlassen der Kongomündung ging die Fahrt bis zur großen Fischbai unweit des Landes, und so bleibt der starke neritische Einschlag des Phytoplanktons weiter erhalten. Das Pflanzenleben ist von einem ungewöhnlichen Reichtum, der seine höchste bisher überhaupt zur Beobachtung gelangte Steigerung in der großen Fischbai unter 16° 36′,0 S. Br., 11° 46′,5 O. L. erfährt. Es sind fast ausschließlich Diatomeen, die das Wasser bewohnen, und vorwiegend neritische Arten, wie *Chaetoceras sociale* Lauder, *Ch. didymum* Ehrbg., *Ch. seiracanthum* Gran, *Biddulphia mobiliensis* (Bail.) Grun., *Bacteriastrum varians* Lauder, *Nitzschia Closterium* W. Sm., *Navicula corymbosa* Ag., *Pleurosigma*-Arten, *Bellerochea malleus* Van Heurck, *Coscinodiscus Janischii* Schm., *Guinardia flaccida* H. P., *Paralia sulcata* (Ehrbg.) Cl. *Stephanopyxis* u. s. w. Als oceanische Arten kommen dazwischen vor *Corethron criophilum* Castr., *Nitzschia seriata* Cl., *Thalassiosira excentrica* G. K., *Rhizosolenia alata* Brtw., *Rh. robusta* Norman, *Rh. quadrijuncta* H. P., *Coscinodiscus excentricus* Ehrbg., *Ceratium fusus* Duj. und *C. furca* Duj.

Der auffälligste Charakterzug der ganzen südwestafrikanischen Küste ist aber die auffallend niedrige Temperatur, die seit Verlassen der Kongomündung andauernd fällt und von 24,4° auf 16,5° durchschnittlich herabsinkt. Diese niedrige Wassertemperatur wird durch das aus der Tiefe emporquellende Auftriebwasser bedingt, dessen Grundursache Schott [1]) in dem Abschwenken der Benguelaströmung von der südwestafrikanischen Küste sieht, wodurch zwischen Strom und Küste Wasserersatz aus der Tiefe eintreten muß. Kühleres Wasser ist im allgemeinen der Diatomeenvegetation günstig, besonders wenn es als Auftriebwasser in die Tiefe gesunkene Nährstoffe führt, und so verstehen wir, daß auch nach Verlassen der Küste bei Station 82 z. B. unter 21° 53′,0 S. Br., 6° 58′,6 O. L. das Phytoplankton als „überreich" bezeichnet wird. Vorherrschend sind die Diatomeen, besonders *Chaetoceras atlanticum* Cl. var. (Taf. XXXI, Fig. 1), *Ch. peruvianum* Brtw., *Nitzschia seriata* Cl., *Rhizosolenia stricta* G. K., *Rh. hebetata* f. *semispina* Gran, *Synedra*, *Thalassiothrix* etc., doch auch *Ceratium fusus*, *C. furca* und verschiedene Formen von *C. tripos* treten hier bei dem größeren Abstand von der Küste reichlicher wieder auf, während die eigentlichen Warmwasserformen, wie *Ceratocorys*-, *Ornithocercus*-, *Dinophysis*-, *Podolampas*-, *Phalacroma*-etc.-Arten, nicht mehr gefunden werden, ebenso fehlt *Gossleriella* vollständig, und sogar die minder empfindliche *Planktoniella* ist außerordentlich selten geworden.

Diese Verhältnisse bleiben ungefähr die gleichen, bis in Kapstadt wiederum die neritischen Einflüsse das Uebergewicht erlangen und die bekannten Formen der Dauersporen bildenden, neritischen *Chaetoceras*-Arten, *Biddulphia mobiliensis* (Bail.) Grun., *Nitzschia Closterium* W. Sm., *Bellerochea malleus* Van Heurck, *Coscinodiscus Janischii* Schm. u. s. w. hervortreten lassen.

Die Stationen 92 — 114 gelten dem Abstecher in den Agulhasstrom bis Port Elizabeth. Die Wassertemperatur ist außerordentlich wechselnd, die Tiefe des Bodens sehr gering, ebenso gering die Entfernung von der Küste. Kein Wunder also, daß die neritischen Elemente weitaus überwiegen. Andererseits aber treten hier typische Warmwasserformen bei Temperaturen von

1) Schott, Tiefsee-Expedition, Bd. I, l. c. S. 127.

nur 14,3° auf, wie *Dinophysis homunculus* Stein, *Goniodoma acuminatum* Stein und *Planktoniella Sol* Schütt oder wie *Ceratium (ranipes* Cl. =) *palmatum* Br. Schröder Station 97 bei 16,1° und *Chaetoceras furca* Cl. Station 101 bei 16,9°. Fast an jeder Station sind daneben *Coscinodiscus Janischii* Schm., *Chaetoceras sociale* Lauder, *Ch. didymum* Ehrbg. etc., *Guinardia*, *Stephanopyxis* und andere Küstenformen in Menge vorhanden. So entspricht das Phytoplankton vollkommen einem küstennahen Mischwassergebiete, wie Schott es von oceanographischen Gesichtspunkten aus folgendermaßen geschildert hat[1]: „Auf der Agulhasbank .... kann je nach Wind und Strom der thermische Zustand des Flachseegebietes, und zwar offenbar in seiner ganzen (geringen) Tiefe wechseln: man kann einmal fast tropisch warmes Wasser bis zu 20° und darüber, bei einer zweiten Gelegenheit aber vielleicht eine bis auf nahezu 10° herabgehende Wasserwärme vorfinden. Dabei ist das mittlere Maximum der Wassertemperatur auf der Agulhasbank um 4 Grad höher als das entsprechende Maximum in der mehr als 10 Breitengrade näher zum Aequator gelegenen Walfisch-Bucht und das mittlere Minimum des Bankwassers ist sogar um 5 Grad höher als das entsprechende Minimum von der Walfisch-Bucht. Dies führt zu dem Schlusse, daß im allgemeinen auf der Agulhasbank doch das warme Wasser des tropischen Indischen Oceans vorherrscht, wenn auch zeitweise Ueberflutungen aus anderer Quelle vorkommen." Wenn wir nun aus den für die Beobachtungsstationen veröffentlichten Phytoplanktonlisten (cf. Atlant. Phytoplankton) nachweisen können, daß die letzten atlantischen Fundstellen von *Dinophysis*, *Goniodoma*, *Ceratium palmatum* Br. Schröder, *Chaetoceras furca* Cl. an der Kongomündung, zum Teil noch viel weiter nördlich liegen, so ist das Vorkommen dieser Warmwasserarten in der Agulhasströmung wohl mit Sicherheit auf das Konto des warmen Indischen Oceans zu setzen, ebenso wie die im Antarktischen Teil[2]) Station 115—117 aufgeführten *Planktoniella*-Zellen, *Dinophysis*- und auch *Trichodesmium*-Exemplare nur mit den Ausläufern der Agulhasströmung dorthin gelangt sein können.

Die vertikale Verteilung des atlantischen Phytoplanktons.

Für diesen Reiseabschnitt stehen nur wenige Stufenfänge zu Gebote, doch läßt sich das Bild aus den bis 200 m gehenden Planktonfängen und den Vertikalnetzfängen einigermaßen vollständig erhalten.

Station 14[3]) sind bereits einige Vertreter der Coscinodiscoideen vorhanden: *Coscinodiscus* in mehreren Arten und *Planktoniella*, dazu *Halosphaera*, nach den früheren Erfahrungen dürfen die *Peridinium (divergens)*-Exemplare ebenfalls der tieferen Region zugeschrieben werden. Schließnetzfänge aus ca. 2000 m bringen nur totes Material von Peridineen. Dagegen scheint es sich Station 26, Vertikalnetzfang aus 1500 m nach Schimper's Tagebuch: „Nur *Halosphaera* ziemlich viel", um lebende Zellen zu handeln, wenn es auch nirgends ausdrücklich erwähnt wird. Station 32 tritt in einem bis 200 m gehenden Planktonfang *Gossleriella* zuerst auf. Die Station

1) Schott, Tiefsee-Expedition, l. c. S. 130.

2) G. Karsten, Antarktisches Phytoplankton, l. c. S. 33, 34.

3) Es ist versehentlich bei dem Material Schimper keine Tiefenangabe gemacht. Da nach dem Stationsverzeichnis nur bei 200 m gefischt ist, stammt auch sein Material aus dieser Tiefe, wie bereits vorher erwähnt ist.

liegt unter 24° 43,4 N. Br. 17° 0,3 W. L. Nach den Angaben [illegible] über die Temperaturverhältnisse der tiefen Nordatlantischen Gebiete darf für 1000 m 12° C. für 2000 m 10° C. angenommen werden. *Dictyocha fibula*, *Distephanus*, mehrere *Peridinium*-Arten, *Pleurosigma*, zahlreiche *Pyrocystis*-Formen und *Hemidiscus* [illegible] unter anderem in 1000 Metern fingen. Schimper's Material brachte noch *Asterolampra* [illegible] als weiteren Repräsentanten der Schattenflora hinzu.

Station 41 unter 8° [illegible] N. Br. 16° 27,0 W. L. erhielt [illegible] weiter gehende Schlüsse. An der Oberfläche herrscht Schizophytenvegetation von *Trichodesmium Thiebautii* Gomont, daneben zahlreiche Peridineen, besonders *Ceratium*-Formen. Bis zu 1000 m ist das Bild dasselbe. Bei 2000 m aber sind die Schizophyten ausgeschieden, es leben hier dagegen *Antarctella*, *Phaeocystis*, *Acanthophelis* in mehreren Arten, ferner mehrere *Peridinium*-Species, *Phalacroma fusiforme*; auch *Rhizosolenia* und *Climacium* sind [illegible]. An der folgenden Station bringt das Schließnetz neben [illegible] Material lebende *Zoëa* von *Hemiphusa*: 8 Individuen, von *Phaeocystis*: 2 Zellen, von *Peridinium* sogar 11, meist noch zum Teil stark kontrahiert und schließlich ein kurzes Fadenfragment von *Trichodesmium*; eine zweite Probe desselben Fanges enthält lebende Zellen von *Acanthodesmus*, *Ceratium tenuissimum* G. K. Taf. XXVI. Fig. 17, *Rhizosolenia Temperei* H. P. und mehrere *Peridinium*-Arten: *P. Ehrenbergii oceanicum* Vanhöffen, *P. [illegible] nigrum* Cl. und *P. [illegible] granulosum* G. K. (Taf. XXIII. Fig. 15).

Die reichhaltigste Zusammensetzung von allen ozeanischen Fängen des Atlantik ergab endlich ein Planktonnetzzug aus 1000 m Station 43 unter 0° 19,0 N. Br. 14° 35,5 W. L. Hier waren von Vertretern der Schattenflora versammelt: *Antarctella ajax* Schütt, *Actinomphalus hexactis* Ralfs, *Coscinodiscus symmetricus* Ehrbg., *Dictyocha* G. K. *Gonatozyga triplex* Schütt, *Phaeocystis Pouchetii* Schütt, *Ebriopsis antarctica* (Wallich), ferner von Peridineen *Ornithocercus*, *Ceratium*, *Diplopsalis*, *Pleurosigma*, mehrere *Peridinium*-Arten und *Hemidiscus cuneiformis* Kuroid.

Ein Schließnetzfang von Station 28, 9° 6,3 S. Br. 8° 20,5 W. L. brachte aus 250—150 m Tiefe lebend herauf: 4 *Phaeocystis*-Zellen, 2 *Hemiphusa*, 1 *Ornithocercus* und 1 *Ceratium tripos fusoides* Schröder als einzigen lebenden Rest einer in der Oberfläche vorhandenen Peridineenflora. Station 34 und 35 zeigen Vertikalnetzzüge aus 1000 m Tiefe lebende Exemplare von *Acanthometra* [illegible], im zweiten Fall begleitet von *Ceratium tripos fusoides* Schröder.

Bei Station 21, zwischen Kamerun und der Kongomündung, also innerhalb der neritischen Zone des Oberflächenphytoplanktons gelegen, gestatten der Vergleich eines oberflächlichen mit einem Zuge aus 200 m, zu sagen, daß der neritische Charakter nicht in die tieferen Regionen eindringt; es finden sich hier von Angehörigen der Schattenflora: *Antarctella ajax* Schütt, *Coscinodiscus excentricus* Ehrbg., *Coscinodiscus* Grev. var. *ramis* G. K., *Actinomphalus hexactis* Ralfs, *Phaeocystis Pouchetii* Schütt, *Gonatozyga triplex* Schütt, ferner *Ceratium*, *Hemiphusa*, *Pleurosigma*, *Peridinium* spec.

Station 18 [illegible] Schließnetzfänge entnahm, von denen mir kein Material zu Gebote stand, noch [illegible] Tiefe [illegible] 250—150 m Lebend-Fänge gefunden: 1 *Ceratium tripos* Duj. [illegible] *Ornithocercus* spec., 2 *Peridinium* [illegible] = *Ceratium* [Perty] Schütt, 1 *Ornithocercus* [illegible] Stein, 2 *Peridinium pentagonum* Gran, 2 *Hemiphusa*, *Hamiltoni* Gran, 2 *Ceratium* spec., 1 *Phaeocystis Pouchetii* Schütt, *Peridinium* spec. div., 2 *Peridinium*

spec. Beim zweiten Fange 570—420 m ist keine Unterscheidung zwischen lebenden und toten Zellen versucht.

Ebenso sind Station 69 zwei Schließnetzzüge angestellt. In dem nur spärlichen Material fanden sich nur tote *Ceratium tripos* G. K. Exemplare und ebenso von *Peridinium (divergens) granicum* Vanhöffen. Nach Schimper's Tagebuch wird in der Tiefe von 500—350 m lebend beobachtet: *Goniaulax* 2. *Peridinium (divergens)*, *Peridinium* Bergh. 2 *Ceratium* spec. 1 *Pantanella* Sp. Stufe, und bei 200—100 m Tiefe ebenso 1 *Peridinium divergens* mit rotem Inhalt und *Peridinium* cfr. *granicum* (Pouch.) Schmidt.

Station 67 endlich. Schließnetzfang aus 250—100 m fand ich lebend nur *Ceratium tarianus* G. K., *C. tarianus* var. *media* G. K., *C. tripos* Ehrb. und *Peridinium divergens*. Schimper konnte dagegen beobachten: *Ceratium* spec., stark vorherrschend, *Rhizosolenia* spec. 7, *Asterionella* spec. 2, *Exuvia* spec. 1, *Pantanella* Sp. Stufe) mehrfach, *Peridinium Steinii* Joergensen einzeln, *P. longipes* ziemlich, *Dictyocha fibula* Ehrb. viel, *Distephanus boreale* (Bailey) Schmidt 2, *Phaeocystis* Gran. hie und da, *Halosphaera* viel.

Weitere Schließnetzfänge stehen nicht zur Verfügung. Soweit sich nach dem Vergleich der oberflächlichen und der bis 200 m reichenden Planktonfänge erkennen läßt, verarmt das Tiefenplankton bis Kapstadt hin nach und nach: *Pantanella* wird spärlich, *Goniaulax* fehlt schon lange vorher, die Peridineen werden überhaupt recht vermißt. Nur *Halosphaera* bleibt erhalten, und in der Gattung *Ceratium* treten neue Arten auf, wie *C. contortum* G. K., *C. intermittens* G. K. und der zum Oberflächenplankton haltende *C. furca* Schm. Als weitere im Indischen Ocean fehlende Gattung zeigt sich hie und da: *Thalassiothrix* entweder als *Th. antarctica* Schm. oder meist in der Species *Th. delicatula* Bail. Rattr. (Taf. XXVII. Fig. 5—9). Es erscheint zweifelhaft, ob nicht auch in diesen Arten Oberflächenformen vorliegen, aber mangels entscheidender Schließnetzfänge kann ich darüber nichts Bestimmtes aussagen.

Die Stationenreihe nach Port Elizabeth in der Agulhasströmung und die wenigen vor Eintritt in die eigentliche Antarktis gelegenen Stationen zeigen ein Wiederauftreten von *Pantanella*, eine Bereicherung an *Ceratium*-Arten, wie *C. Symmetricum* G. K. (Taf. XXV. Fig. 1), *C. excentricum* Ehrb., *C. lineatum* Ehrb. Die Gründe für die Anreicherung werden wie beim Oberflächenplankton auf die aus dem Indischen Ocean Plankton beimischende wärmere Agulhasströmung zurückzuführen sein.

Sucht man zu einem Schlusse über die vertikale Phytoplanktonverbreitung im Atlantischen Ocean zu gelangen, so wird ja im großen und ganzen das für das Indische Meer Gesagte zu wiederholen sein, daß Peridineen und leichtere Diatomeenarten das Oberflächenplankton bilden, welches etwa bei 80—100 m sein Maximum erreicht, von oben her langsam zunehmend, nach unten schneller abfallend. Die Schattenflora schließt von 80 m ab daran. Ihre Ausdehnung in die Tiefe scheint nach einigen Angaben Schimper's im Atlantik noch etwas weiter zu gehen, als im Indischen Ocean festgestellt war, doch möchte ich darüber ein festes Urteil nicht abgeben, da das Material dafür nicht ausreicht. Auch liegen die Verhältnisse im Atlantischen Ocean verwickelter als im Indischen, da auf der durchfahrenen Strecke die starke Temperaturdepression längs der südwestafrikanischen Küste Verhältnisse schafft, die denen des gleichmäßig warmen Indischen Oceans nicht direkt verglichen werden können. Daher wird es

notwendig sein, in die Diskussion einzelner Punkte einzutreten, die als wesentlich verschieden in den beiden Vergleichsmeeren aufgefallen sind, damit vielleicht auf diese Weise näherer Aufschluß über diese oder jene Frage gewonnen werde.

Vergleich des indischen mit dem atlantischen Phytoplankton.

Zur Einschränkung der vielleicht mißverständlichen Ueberschrift dieses Kapitels ist zu sagen, daß nur das auf der „Valdivia"-Reise beobachtete Phytoplanktonmaterial herangezogen werden soll, daß der Atlantische Ocean also nur in seinen östlichen Küstengebieten in Frage steht. Bei dieser Einschränkung treten Unterschiede seines Phytoplanktons zu dem des Indischen Oceans recht deutlich hervor.

Betrachten wir zunächst lediglich die Reichhaltigkeit an verschiedenen Formen und beginnen mit dem oceanischen Teil. Die großen *Chaetoceras*-Arten des Atlantischen Oceans beschränken sich auf *Ch. peruvianum* BRTW. und eine einzellige Varietät von dieser Art, *Ch. atlanticum* CL., *Ch. coarctatum* LAUDER, ganz selten *Ch. furca* CL. Die gelegentlich beobachteten *Ch. densum* CL., *Ch. borcale* BAIL., *Ch. decipiens* CL. sind nördliche Arten, die mehr vereinzelt auftraten und nirgends erheblichere Verbreitung zeigten. Alle übrigen im atlantischen Phytoplankton [1]) aufgeführten *Chaetoceras*-Formen sind mehr oder minder typische Küstenformen. Im Indischen Ocean sind dagegen neben den ebenfalls verbreiteten Arten *Chaetoceras coarctatum* LAUDER und *Ch. peruvianum* BRTW., mit einer abweichenden einzelligen Varietät, eine Reihe weiterer Formen beobachtet, wie *Ch. sumatranum* n. sp., *Ch. Seychellarum* n. sp., *Ch. bacteriastroides* n. sp., *Ch. buceros* n. sp., *Ch. tetrastichon* CL., *Ch. furca* CL.; sämtlich Arten von weiter oder allgemeiner Verbreitung im Indischen Ocean; dazu kommen die minder verbreiteten, aber höchst charakteristischen Species, wie *Ch. peruvio-atlanticum* n. sp., *Ch. aequatoriale* CL., *Ch. indicum* n. sp. Es besteht also für die Gattung *Chaetoceras* ein großer Ueberschuß von Formen auf Seite des Indischen Meeres.

Nehmen wir als zweiten Prüfstein die Gattung *Rhizosolenia*. Im Indischen Ocean begegnen neben den allverbreiteten Arten *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina* GRAN und ihrer Winterform, *Rh. hebetata* f. *hiemalis* GRAN, *Rh. styliformis* BRTW., *Rh. imbricata* BRTW. und *Rh. alata* BRTW. in allgemeinerer Ausdehnung folgende Formen: *Rh. calcar avis* SCHULZE, *Rh. cochlea* BRUN, *Rh. robusta* NORMAN, *Rh. amputata* OSTF., *Rh. Castracanei* H. P., *Rh. Temperei* H. P., *Rh. squamosa* n. sp., *Rh. africana* n. sp., *Rh. similis* n. sp., *Rh. quadrijuncta* H. P., *Rh. hyalina* OSTF., *Rh. cylindrus* CL., wenn von nur vereinzelt beobachteten Arten abgesehen wird. Dagegen treffen wir in dem Atlantik dieselben Formen, doch fehlen (außer *Rh. hebetata* f. *hiemalis* GRAN, die jedoch zu anderer Jahreszeit dort vorkommen mag) *Rh. amputata* OSTF., *Rh. squamosa* n. sp., *Rh. africana* n. sp., *Rh. similis* n. sp., *Rh. cochlea* BRUN; dafür besitzt der Atlantische Ocean die *Rh. stricta* G. K., eine der *Rh. amputata* OSTF. in allem gleichende Art, die aber kein schuppenförmiges Gürtelband besitzt, sondern darin dem Bau der *Rh. alata* BRTW. folgt (Taf. XXIX, Fig. 11). Somit bleibt auch für diese Hauptgattung ein guter Ueberschuß zu Gunsten des Indischen Oceans übrig. — Bei den Coscinodiscoideen treffen wir wohl annähernd gleichmäßige

1) Cf. KARSTEN l. c.

Verhältnisse auf beiden Seiten. Von der Gattung *Coscinodiscus* selbst abgesehen, sind *Asteromphalus*-Arten in beiden Meeren häufig. *Planktoniella Sol* ist in beiden zu Hause, *Actinoptychus* mit 2 Arten ist atlantisch, *Asterolampra* mit ebenfalls 2 Arten indisch; *Cosmiosira* indisch, *Stephanosira* atlantisch. Es bleibt *Valdiviella* zu Gunsten des Indischen Oceans, *Auliscodiscus* (neritisch) für den Atlantik übrig.

Die Peridiniaceen sind wohl im Indischen Meere wiederum reicher entwickelt als im östlichen Atlantischen Ocean, wenigstens war zu jeder atlantischen Form eine Parallelform im indischen Plankton zu finden, während die ganze Subsectio *robusta* der Gattung *Ceratium tripos* mir im Atlantischen Ocean nicht begegnet ist. Auch die Gattung *Peridinium* dürfte erheblich mehr indische als ostatlantische Arten aufzuweisen haben. Die Schizophyceen endlich sind mit *Richelia* bisher auf Indisches, Rotes Meer und Mittelmeer beschränkt, *Katagnymene* schien im Ostatlantik zu fehlen, so daß wiederum ein Ueberschuß indischen Formenreichtums zu konstatieren ist.

Die große Uebereinstimmung des neritischen Planktons aus dem Atlantischen und Indischen Ocean ist bereits hervorgehoben worden; es konnte ein größerer Reichtum des indischen Phytoplanktons auch hier festgestellt werden, da die Gattung *Streptotheca*, ferner eine *Hemiaulus*-, eine *Cerataulina*- und eine *Bellerochea*-Art dem Indischen Ocean allein angehören.

Somit kommen wir zu dem Resultat, daß die Reichhaltigkeit des Phytoplanktons an verschiedenen Formen im Indischen Ocean größer ist als im östlichen Atlantischen. Daß die Masse, soweit sich bis jetzt sagen läßt, in beiden Meeren einander annähernd die Wage hält, möchte man aus der Planktonkurve, die Schott [1]) nach dem vorläufigen Resultat von einigen Stationen giebt, schließen.

Bereits in den einleitenden Worten dieser allgemeinen Besprechung der Resultate war des Formenreichtums und der bunten Mischung des Phytoplanktons als eines Zeichens seiner Herkunft aus Warmwassermeeren gedacht. Da muß man sich jetzt fragen: worin unterscheiden sich denn das Ostatlantische und das Indische Meer derartig, daß ihr Phytoplankton solche Differenzen aufweisen kann?

Damit kommen wir zu einem Punkte zurück, der bereits in der Beschreibung der horizontalen Planktonverbreitung im Atlantik kurz erwähnt worden ist, zu der niedrigen Wassertemperatur des südöstlichen Atlantischen Meeres, die genauere Betrachtung erfordert, bevor eine Erklärung an der Hand der Darlegungen von Schott versucht wird.

Die normalen Wassertemperaturen [2]) im Jahresdurchschnitt für die verschiedenen Breiten sind:

Breite:	0	5	10	15	20	25	30	35°
°C	26,3	26,1	25,5	24,5	23,0	21,1	19,2	16,7

Der Vergleich mit dem beobachteten jährlichen Temperaturdurchschnitt zeigt für die Küste von Deutsch Südwestafrika eine negative Anomalie diesen Normaltemperaturen gegenüber von —8°, das Wasser ist also im Jahresdurchschnitt 8° zu kalt, und „so ziemlich die gesamte östliche Hälfte des südatlantischen Oceans ist bis nach dem Aequator hin zu kalt". Auf der Karte IX im Atlas von Schott liegt z. B. die Südgrenze der durchschnittlichen Jahrestemperatur von 25° an der atlantischen Küste Afrikas etwa bei 4° S. Br., an der indischen Ostküste Afrikas dagegen

1) G. Schott, Deutsche Tiefsee-Expedition, I. Oceanographie, l. c., Jena 1902, Atlas, Taf. XXXVIII.
2) l. c. S. 128.

unter 25° S. Br., also 21 Breitengrade südlicher, d. h.: durch 21 Breitengrade S. Br. ist der Indische Ocean an der afrikanischen Ostküste um 5° — 10° wärmer als der Atlantische an der afrikanischen Westküste.

Die Erklärung der ungünstigeren atlantischen, der günstigeren indischen Temperaturverhältnisse ergiebt sich aus dem verschiedenen Verlauf der Meeresströmungen. Sucht man mit Schott[1]) den ganzen Kreislauf der Meeresströmungen unter einen einheitlichen Gesichtspunkt zu bringen, so sind die von dem regelmäßigen Passatwinde in Bewegung gesetzten oberflächlichen Aequatorialströmungen der Ausgangspunkt. Der Nordäquatorialstrom im Atlantischen Ocean hat als Fortsetzung den Golfstrom, der Südäquatorialstrom den Brasilienstrom. Außerdem aber tritt südlich von St. Paul ein erheblicher Teil des Südäquatorialstromes auf die Nordhemisphäre über und verstärkt den Golfstrom zu der weitaus mächtigsten aller hier in Betracht kommenden Strömungen. Die enormen Wassermassen, die in diesen schnell fließenden großen Oberflächenströmen den Aequatorialgegenden andauernd entführt werden, müssen natürlich einen Ersatz finden. Das geschieht einmal durch die rückkehrenden kühlen Strömungen, den nördlichen Canarienstrom, den südlichen Benguelastrom, welche auf beiden Hemisphären die Stromkreise schließen. Nun geht aber aus bestimmten Thatsachen (Verschiedenheit der Stromversetzungen etc., cf. Schott, l. c.) mit Sicherheit hervor, daß die rückkehrenden Ströme das Deficit nicht vollständig zu decken im stande sind; daher muß in den Aequatorialgegenden zur Kompensation des größeren Abflusses auch noch Wasser aus der Tiefe heraufgehoben und mit in die Oberflächenströmung einbezogen werden. Dieses aufsteigende kühlere Tiefenwasser kommt auf den Karten X und XI des Atlanten von G. Schott, welche die Temperaturverteilung in 50 und 100 m Tiefe anzeigen, als ein von der afrikanischen Küste in äquatorialer Breite den Ocean quer durchsetzendes Band zum Vorschein und lehrt, daß bereits in 50 m Tiefe unterm Aequator nur mehr 10—17°, z. B. im Golf von Guinea, herrschen. Es ist also nur eine ganz flache Schicht Warmwasser dem südlichen und äquatorialen Atlantischen Ocean aufgelagert.

Im Indischen Ocean dagegen fehlt jeder nördliche größere Abstrom warmen Aequatorwassers, nur im Süden ist der Agulhasstrom als Hauptabfluß dafür vorhanden. Demnach geht der Nachschub von kaltem Tiefenwasser in der äquatorialen Breite niemals bis an oder dicht unter die Oberfläche, sondern über dem ganzen Indischen Meere lagert eine ca. 100 m mächtige Schicht von Warmwasser, und es wird dieses gleichmäßig warme Wasser durch die regelmäßigen Monsune einmal an die indische, das andere Mal an die ostafrikanische Küste geworfen, ohne daß ein andauerndes Abströmen eintreten kann. Damit ist der wesentliche Unterschied der Wärmeverteilung in den beiden Oceanen gegeben.

Für die Erklärung der großen Temperaturanomalie der westafrikanischen Küste, von der wir ausgingen, würden die bisher erwähnten Thatsachen nicht ganz ausreichen. Es kommt als wichtiger Faktor hinzu, daß der kühle nordwestwärts fließende Benguelastrom vor dem Südost-Passatwinde läuft und, da der Passatwind nur an der Südspitze Afrikas noch zu finden ist, weiter nördlich aber von der afrikanischen Küste zurücktritt[2]), auch der Strom, dem Winde folgend, westwärts ins Meer ausbiegt. In diesen frei werdenden Raum zwischen Benguelastrom und Festland drängt notwendigerweise das kalte Tiefenwasser nach. Es breitet sich an der Oberfläche

1) l. c. S. 102 ff., Taf. XXXIX des Atlas.

2) G. SCHOTT, Tiefsee-Expedition, Bd. I, S. 124 ff.

aus, und diesem kalten Auftriebwasser ist die erwähnte negative Temperaturanomalie zu verdanken.

Der Vollständigkeit halber muß noch darauf hingewiesen werden, daß auch nördlich des Aequators an der marokkanischen Westküste ein ähnliches Gebiet kalten Auftriebwassers liegt, dessen Ursachen Schott [1]) der Hauptsache nach auf Windverhältnisse glaubt zurückführen zu können. Die negative Temperaturanomalie beträgt hier jedoch nach Angabe der Karte VIII [2]) nur bis 3°, und sie bleibt mehr auf die Küstennähe beschränkt, da sich weiter draußen die letzten südlichen Ausstrahlungen des Golfstromes in den Canarienstrom [3]) einmischen und die Temperatur der Wasseroberfläche im entgegengesetzten Sinne beeinflussen.

Jetzt mag die Fahrt der „Valdivia" im Atlantischen Ocean nochmals verfolgt werden unter Berücksichtigung der verschiedenen Stromgebiete, ihrer Oberflächentemperaturen, Dichteverhältnisse und ihrer Phytoplanktonformen. Station 14 beginnt mit 20,1°, Golfstromwasser [4]) nach NO. fließend und 1,02543 Wasserdichte [5]), Phytoplankton langarmige *Ceratium tripos macroceras*, daneben *Ceratium tripos arcuatum, longipes, intermedium*. — Station 17. Temperatur 21,9°, Einsetzen der canarischen Strömung, schwache Bewegung nach S. und SO., Wasserdichte 1,02572. Phytoplankton bleibt zunächst ungeändert, an den weiteren Stationen nehmen *Ceratium tripos arcuatum, lunula, coarctatum* auf Kosten der langarmigen Formen zu, ohne daß diese ganz verschwinden; in tieferem Wasser tritt Station 32 einmal *Gossleriella* auf. — Station 36. Temperatur 24,4°, Eintritt in die warme Guineaströmung, Wasserdichte 1,02391. Phytoplankton zunächst sehr unbedeutend: *Ceratium tripos macroceras, C. fusus*; später die langarmigen Arten, wie *Ceratium tripos* (*patentissimum* Ostf.) *inversum* G. K., *Ceratium tripos flagelliferum, Ceratium tripos volans, C. reticulatum* Pouchet var. *contorta* Gourret, erheblich zunehmend. Station 43 und 46 in tieferem Wasser *Gossleriella*. — Station 47. Temperatur 23,6°, Eintritt in kühleres Wasser, dem letzten Ausläufer des Benguelastromes angehörend (mit Station 46), Wasserdichte 1,02403. Im Phytoplankton vorherrschend die massiveren *Ceratium tripos lunula, azoricum, arcuatum, gibberum*. — Station 54. Wassertemperatur 25,0°, wieder im Guineastrom (seit Station 51), Wasserdichte 1,02364. Im Phytoplankton vorherrschend die langarmigen *Ceratium tripos volans, macroceras, flagelliferum*, später näher am Lande neritisches Diatomeenplankton. Wasserdichte sinkt auf 1,01878 und tiefer. — Station 64. Temperatur 24,6°, indifferentes Wasser, Wasserdichte 1,02324. Phytoplankton vorwiegend langarmige *Ceratium tripos macroceras, inversum, flagelliferum, volans, C. reticulatum* var. *contorta*. *Gossleriella* in tieferer Lage. Annähernd konstante Verhältnisse bis vor Station 73. Temperatur 21,3°, Wasserdichte 1,02557. Temperatur fällt dann weiter. Station 83 z. B. 16,5°, Wasserdichte 1,02612. Phytoplankton zunächst überreiches Diatomeenplankton, jedoch wenig mannigfaltig, von Peridineen nur kurze Exemplare von *Ceratium fusus*; später vorherrschend *Chaetoceras, Synedra* und *Thalassiothrix*, daneben verschiedene *Ceratium tripos intermedium, heterocamptum, inversum*. Auf diesem Niveau bleiben Temperatur und Wasserdichte bis Kapstadt, im Phytoplankton spielt hauptsächlich die Abwechslung oceanischer und neritischer Formen eine Rolle.

1) G. Schott, l. c. S. 121.
2) Derselbe, l. c., Atlas.
3) Derselbe, l. c., Atlas, nach Taf. XXXIX und Tat. VIII.
4) Nach dem Stationsverzeichnis der Expedition, wo auch die Stromgrenzen angegeben sind.
5) Nach G. Schott, l. c. S. 198 f.

Das atlantische Plankton der „Valdivia“ Expedition kann nach dieser Uebersicht nur auf der Strecke von Station 36—45 und Station 51 ca.—72 als typisch tropisches Warmwasserphytoplankton bezeichnet werden, während die übrigen Stationen den verschiedenen Auftriebgebieten mit kälterem Wasser und größerer Wasserdichte angehören, in denen die Reichhaltigkeit der Formen abnimmt. Die Golfstromstationen 14—16, die canarischen Stromstationen 17—35, die Benguelastromstationen 46—50 und 73 bis Kapstadt können trotz der meist tropischen, vielfach sogar äquatorialen Lage ihrem Phytoplankton nur einen subtropischen oder gar temperierten Charakter verleihen. Damit ist der wesentliche Unterschied gegenüber dem typisch tropischen Phytoplankton des Indischen Oceans klar hervorgehoben, wo nur an den allerersten auf die Kerguelen zunächst folgenden Stationen niedrige Wassertemperatur und Beimischung antarktischer Elemente den Charakter beeinträchtigen.

Heteromorphie der atlantischen und indischen Tropenformen gleicher Species.

Beschränken wir vorerst unsere Betrachtung auf die einander vergleichbaren wirklich tropischen Warmwassergebiete der beiden Oceane, so sind ihnen ja viele Arten gemeinsam. In der Ausgestaltung der Formen wird man bei eingehender Vergleichung mancher Species aber doch bald auf Unterschiede aufmerksam, welche eine Unterscheidung der aus dem Atlantischen und der aus dem Indischen Ocean stammenden Individuen ermöglichen. Nicht bei allen Pflanzen freilich ist das zutreffend. Wie aber z. B. die im indisch-malayischen Tropengebiet aufwachsenden und die in Westafrika heimischen Exemplare von *Eriodendron anfractuosum*, DC. = *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.[1] derart verschiedenen Habitus besitzen, daß man zunächst nicht für möglich hält, beide einer und derselben Species einordnen zu müssen, während andere Gewächse, z. B. die Kokospalme, über ihr ganzes den Erdkreis umspannendes Verbreitungsgebiet durchweg denselben Typus beibehalten, so kann auch bei mikroskopischen einzelligen Pflanzen ein gleicher Unterschied beobachtet werden. Die überall verbreiteten *Coscinodiscus*-Arten, wie *C. excentricus* Ehrbg. u. a. treten immer in der gleichen Gestalt auf, sei es daß sie der Antarktis, dem Atlantik oder dem Indischen Meere entstammen; wenn Abweichungen vorkommen, wie sie Taf. XXXVII Fig. 1 und 2 dargestellt sind, so fallen sie durch ihre Seltenheit auf, oder es liegen andere Species vor, wie von ihrem abweichenden Plasmakörper bezeugt wird. Ebenso verhält es sich mit der ubiquitären *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) f. *semispina* Gran., deren Fähigkeit, eine Winterform und eine Sommerform auszubilden, verschiedenen Entwickelungszuständen entspricht, die aber überall in identischer Ausbildung angetroffen werden. Dagegen sind die atlantischen Exemplare von *Planktoniella Sol.* von den indischen meist verschieden, letztere zeichnen sich durchschnittlich durch sehr viel breiteren Schweberand aus, als die atlantischen ihn aufweisen[2]. Es wird unten der Nachweis geführt werden, daß der Schweberand einmal nachzuwachsen vermag, daß er andererseits von der Mutterzelle bei der Teilung auf eine der Tochterzellen übergeht,

1) W. Brunk, Der Kapokbaum in Kamerun und Sumatra. Vegetationsbilder, 2. Reihe, Heft 5, Tafel XXVII, Jena 1906.
2) Vergl. die genauen Zusammenstellungen darüber unten S. 515, Taf. XXXIX.

und daß nach einer unbestimmten Reihe von Generationen ein Ersatz durch einen neuen gleichen Schwebeflügel geschaffen wird[1]). Das, was an dieser Stelle hier interessiert, ist der Nachweis, daß mehrere Generationen nacheinander von der Schwebeeinrichtung Gebrauch machen und diese andauernd zu vervollkommnen oder sie zu ersetzen vermögen.

Nicht anders steht es mit den Peridineen. Da bei der Zellteilung der Ceratien jede Tochterzelle die entsprechenden der anderen Tochterzelle zugefallenen Teile ergänzen muß, ist sie in dieser Periode des Nachwachsens auf die Hälfte des einer Zelle sonst zur Verfügung stehenden Formwiderstandes angewiesen. Kein Wunder, daß solche nachwachsenden Zellen meist in etwas

Fig. 1a. Fig. 1b.

Ceratium palmatum Bk. Schröder. 250 : 1.

1a aus dem östlichen Atlantik, Station 68. 1b aus dem Indischen Ocean, Station 108.

tieferen Wasserschichten angetroffen werden, als ihrem sonstigen Optimum entsprechen würde. Aber auch hier läßt sich aus bestimmten Anhaltspunkten der Nachweis führen, daß an bereits fertig erscheinenden Zellen ein Nachwachsen ihrer Hörner stattfindet[2]). Auch dieser Vorgang ist mir im atlantischen Tropenplankton nicht begegnet, auch er zeugt also von einer durch Generationen fortgesetzten Vermehrung des Formwiderstandes.

Vergleicht man nun die Resultate, wie sie für die am meisten charakteristischen Formen, die *Ceratium*-Arten, auf den Tafeln XIX—XXIII für die wenigen antarktischen und zahlreichen

1) S. unten S. 516.

2) Vergl. unten S. 528, Taf. LI, Fig. 12—14.

atlantischen Formen, Taf. XLVIII—LI für die indischen Formen wiedergegeben sind, an ihren entsprechenden gleichnamigen Vertretern, so treten die Unterschiede deutlich hervor; auch ist fast durchweg die gleiche Vergrößerung zur Anwendung gelangt. Es soll durchaus nicht geleugnet werden, daß einzelne atlantische Individuen die gleichen Ausmaße wie die entsprechenden indischen erreichen, z. B. dürfte das einzige in kleinerem Maßstabe Taf. XXI, Fig. 20 wiedergegebene Exemplar von *Ceratium tripos volans* den indischen auf Taf. XLIX nicht erheblich nachstehen, ebenso erwähnt O. ZACHARIAS[1]) Individuen derselben Species aus dem Meere zwischen Capverden und St. Paul von ähnlichen Dimensionen. Worauf es aber hier ankommt, ist nicht die Ausdehnung einzelner Individuen, sondern die in allen Formenkreisen im Indischen Ocean gleichmäßig vorhandene Neigung, den Formwiderstand ganz außergewöhnlich zu steigern. Besonders charakteristisch tritt der Unterschied an den hier paarweise in gleicher Vergrößerung wiedergegebenen atlantischen und indischen Vertretern von *Ceratium* (*ranipes* CL. =) *palmatum* BR. SCHRÖDER und den Variationen von *Ceratium reticulatum* POUCHET hervor, wobei möglichst ähnliche Zellen zur Nebeneinanderstellung ausgesucht worden sind. Die sehr viel zierlichere Ausgestaltung der indischen Exemplare tritt in allen Fällen deutlich hervor. Die einzelnen Finger bei *Ceratium palmatum* (Fig. 1) sind fast 2/3 länger an dem indischen Exemplar, die kaum angedeutete kleine Krümmung an *Ceratium reticulatum* var. *spiralis* KOFOID (Fig. 3) des Atlantischen Meeres ist bei dem indischen Exemplar zu einer langen Spirale ausgewachsen.

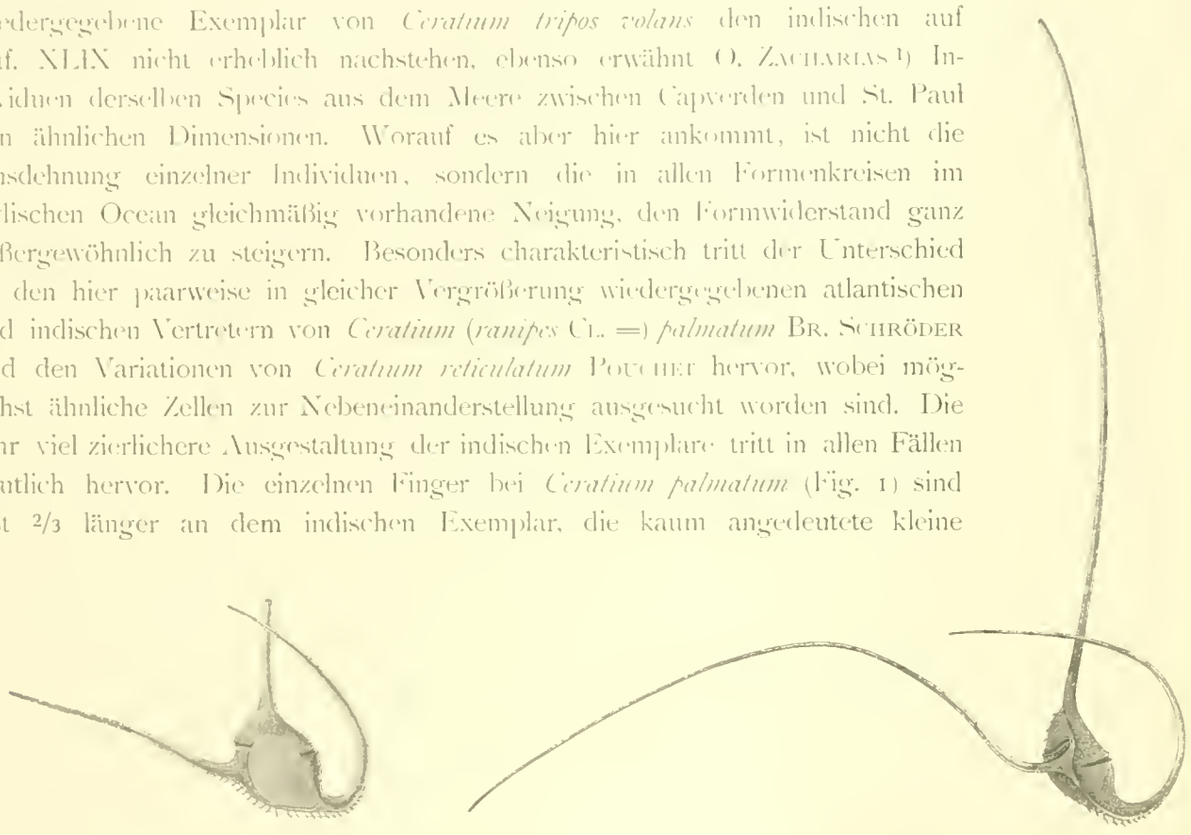


Fig. 2a. Fig. 2b.

Ceratium reticulatum POUCHET var. *contorta* GOURRET. 125 : 1.
2a aus dem Ostatlantik, Station 72. 2b aus dem Indischen Ocean, Station 175.

Wir sind also zu dem Resultat gekommen, daß gerade die ausgeprägten Schwebeformen, wie *Planktoniella Sol* und die langgehörnten *Ceratium*-Arten, im Indischen Ocean durchweg mächtiger ausgebildete Formwiderstände besitzen als im atlantischen Plankton, und daß sie auch deren andauernde Weitervergrößerung sich angelegen sein lassen, so daß der Habitus zweier specifisch gleicher Individuen verschiedener Herkunft ein gänzlich abweichender wird.

1) O. ZACHARIAS, Periodizität, Variation und Verbreitung etc., l. c. S. 558.

Die Begründung ist die gleiche, wie für das in der Beschreibung der Horizontalverbreitung des Phytoplanktons hervorgehobene veränderte Aussehen und die verschiedene Zusammensetzung beim Eintritt in Strömungen verschiedener Temperatur oder sonst verschiedenen Charakters. In der Zusammenstellung von Schott[1]) findet sich die Dichte des Oberflächenwassers für die tropischen Stationen des Atlantischen Oceans und die indischen Stationen angegeben, und man kann daraus ersehen, daß die Zahlen für den Atlantischen Ocean sich stets um 1,023 . . bewegen oder höher sind, sie fallen tiefer (sogar bis 1,00004), nur an der Niger- und Kongomündung durch den Einfluß der Süßwassermengen, die sich hier dem Meerwasser beimengen, und für eine sehr kurze Strecke im Guineastrom Station 40 und 41 auf 1,02209 durch eine plötzliche Abnahme der Salinität bei ziemlich hoher Temperatur. Im Indischen Ocean dagegen ist die Temperatur durchweg höher, die Salinität, besonders im östlichen Teil geringer, und so sieht man von Station 170 ab die Wasserdichte auf 1,022 . . und 1,021 . . sinken, bis im Bereiche der Seychellen und an der ostafrikanischen Küste salzigeres Wasser die Dichte wieder auf 1,023 . . und im Roten Meere noch erheblich weiter erhöht. Diese anscheinend geringfügige Differenz der Wasserdichte in der dritten Decimalstelle ist der einzige

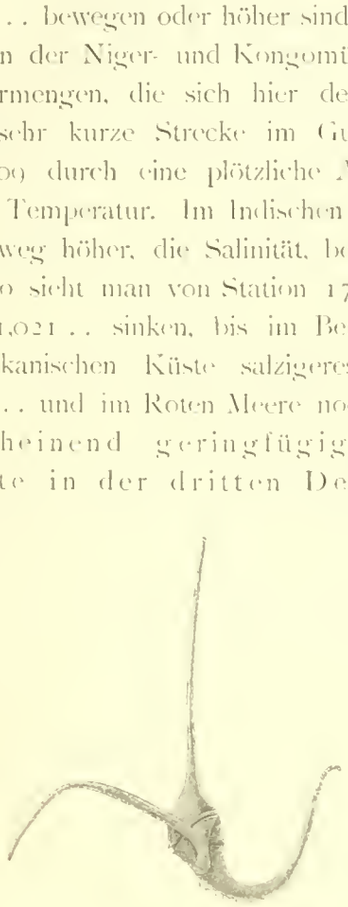


Fig. 3a.

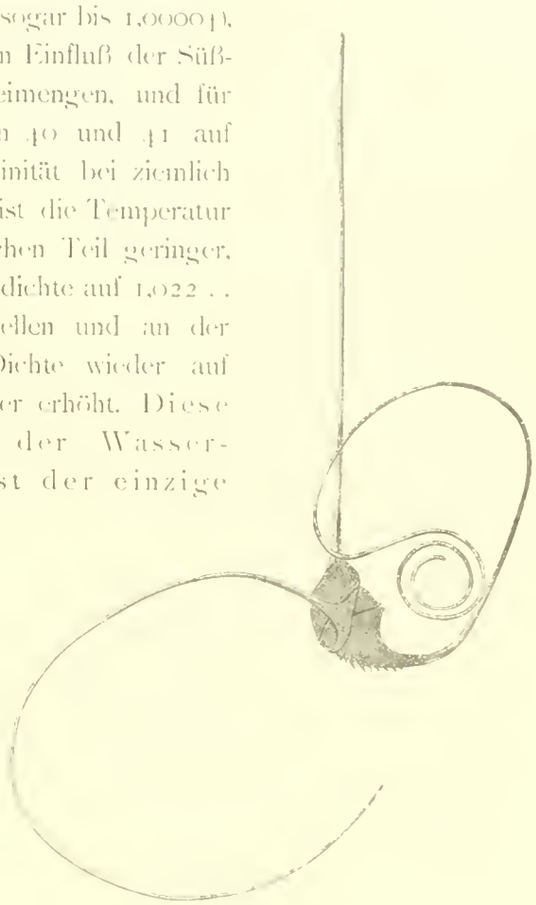


Fig. 3b.

Ceratium reticulatum Poucher var. *spirale* Kofoid. 125 : 1.

3a aus dem östlichen Atlantik, Station 72. 3b aus dem Indischen Ocean, Station 186.

ausfindig zu machende Grund für die Habitusdifferenzen des tropisch atlantischen und tropisch indischen Phytoplanktons.

Für die damit in Zusammenhang stehende Thatsache der längeren Lebensdauer der Individuen resp. der Zellgenerationen, wie sie in der fortdauernden Verlängerung der *Ceratium*-Hörner, in der Verbreiterung der *Planktoniella*-Flügel zum Ausdruck gelangte, wird nur die größere Konstanz der Lebensbedingungen im Indischen Ocean verantwortlich gemacht werden dürfen. Es fehlen hier die scharfen Temperatur-, Salinitäts- und Dichtewechsel, wie sie im Ostatlantischen Ocean so häufig sind. Jeder derartige scharfe Wechsel wird zahllosen der empfind-

1) G. Schott, l. c. S. 198—207.

lichen Planktonzellen den Untergang bereiten müssen, und so kommt nur ein relativ geringer Prozentsatz in diesen Gewässern dazu, seine Formwiderstände derartig zu vervollkommnen, wie die indischen, in besseren oder jedenfalls konstanteren Verhältnissen lebenden Vertreter der gleichen Species es ungestört zu thun vermögen. Man braucht sich ja nur vorzustellen, wie einschneidend starke Erhöhung oder Erniedrigung des Salzgehaltes für die in Teilung begriffenen Ceratien sein müssen, um die erwähnten Wirkungen als notwendig anzuerkennen.

Neritisches und oceanisches Phytoplankton.

Bei der Beschreibung der horizontalen Verteilung des indischen Phytoplanktons sahen wir die wichtige Frage nach einer irgendwie gearteten örtlichen Einteilung der reichen und mannigfaltigen Flora zusammenschrumpfen auf die Entscheidung darüber, ob neritischer oder oceanischer Charakter vorliege; diese Erfahrung konnte bei der Vergleichung des ostatlantischen Planktons freilich nicht ganz bestätigt werden, da die verschiedenen in kurzen Zeiträumen nacheinander durchschnittenen Strömungen ihrem jeweiligen Charakter, d. h. besonders ihrer Temperatur Herkunft, Salzgehalt und Dichte entsprechend, verschiedenartige Organismenformen beherbergten. Trotzdem blieb auch hier als erste Frage stets die Beziehung des Phytoplanktons zur Küste resp. seine Unabhängigkeit von ihr im Auge zu behalten, und bevor wir auf eine genauere Unterscheidung der einzelnen Stromgebiete eingehen können, muß die Trennung in die beiden mannigfach ineinander greifenden Bestandteile mit Rücksicht auf ihren neritischen oder oceanischen Charakter durchgeführt werden.

Zur neritischen Flora zählen alle Formen und Arten, die in irgend einer Abhängigkeit zur Küste sei es eines Kontinentes, sei es einer Insel stehen, möge nun diese Abhängigkeit auf Ernährungseinflüssen beruhen oder darauf, daß die betreffenden Organismen einer dauernden Schwebfähigkeit ermangeln und zur Ablagerung ihrer irgendwie gestalteten Dauerorgane eines relativ nahen Meeresbodens bedürfen, von dem auftauchend sie eine neue Vegetationsperiode beginnen können.

Die wichtigsten neritischen Formen sind oben bei der Schilderung der horizontalen Verbreitung wohl bereits sämtlich genannt worden, so daß ihre Wiederholung füglich unterbleiben mag. Dagegen bedürfen einige andere Punkte, wie die Verbreitung der neritischen Formen ins Meer hinaus und an den Küsten hin, noch einer genaueren Besprechung.

Die größte Rolle im neritischen Plankton spielen ohne jeden Zweifel die Diatomeen. Diese haben die Fähigkeit, sich bei reichlich vorhandenen Nährstoffen ganz außerordentlich stark zu vermehren[1]). Sie sind daher in der Nähe der Küste in der Regel die vorherrschende Klasse im Phytoplankton. Nach den im „Valdivia"-Material gemachten Beobachtungen würde ich geneigt sein müssen, die Schizophyceen mit alleiniger Ausnahme von *Trichodesmium*, und zwar *Tr. Thiebautii* Gomont, *Tr. tenue* Wille, *Tr. contortum* Wille [*Tr. erythraeum* Ehrbg. muß wohl sicher als neritisch angesprochen werden], ebenfalls für neritisch zu halten. Dem stehen hinsichtlich der wichtigen Gattung *Katagnymene* jedoch frühere Beobachtungen entgegen. So verzeichnet Lemmermann[2]), der Autor der Gattung, beide Arten: *Katagnymene pelagica* Lemm. und *K. spiralis* Lemm., aus dem Stillen Ocean zwischen Laysan und Hawaii, was kaum aus schlaggebend sein kann, außerdem aber aus dem Guinea-Strom im Atlantik 3° N. Br., 27° W. L., also

1) G. Karsten, *Schizonema*, l. c. S. 12, 13. Ders., Farblose Diatomeen, l. c. S. 420 ff.
2) E. Lemmermann, Reise nach dem Pacifik, l. c., 1899, S. 354.

weitab vom Lande. Und ebenso giebt Wille[1]) das Vorkommen beider Arten auf seiner Karte mehrfach an in großem Abstande von jeder Küste. Somit muß es zufällig sein, daß *Katagnymene spiralis* Lemm. sowohl wie *K. pelagica* Lemm. lediglich an der Küste von Sumatra, hier freilich massenhaft, und wieder bei Aden an der Küste von der „Valdivia"-Expedition angetroffen worden sind.

Was nun die erste Frage über das Vorkommen neritischen Planktons weitab vom Lande betrifft, so wird das natürlich ganz vom herrschenden Winde resp. stärkeren Küstenströmungen abhängig bleiben müssen. Ein Vergleich des Materials der atlantischen Stationen läßt erkennen, daß nur sehr wenige Fangstellen der Fahrt auch bei großem Abstand von der Küste völlig frei von neritischen Beimengungen gefunden sind. Die geringste Zahl neritischer Formen entfiel wohl auf die im Canarenstrom liegenden Stationen; da nach der mehrfach genannten Strömungskarte von G. Schott das Wasser hier aus dem Ocean gegen die Küste und dann an ihr entlang strömt, ist diese Beobachtung ja leicht zu erklären. Dagegen führt sowohl die Guinea-Strömung wie die letzten Ausläufer des Benguela-Stromes neritische Formen mit sich, nur die weitest hinausgeschobenen Stationen 46—49 waren ganz frei davon. Im Innern des Golfes von Guinea, wie bei der weiteren Fahrt, Kongomündung, Große Fischbai, überwiegt natürlich der neritische Bestandteil vielfach. Daß aber auch die Stationen 82, 83 und 88, von der im Stationsverzeichnis gesagt wird: „Außerhalb, oder doch am Außenrande des Benguela-Stromes", noch neritischen Einfluß, allerdings immer mehr abnehmend, erkennen lassen, war mir doch überraschend.

Auf dem Hin- und Rückwege von Kapstadt nach Port Elizabeth war der neritische Charakter meist überwiegend und wohl nirgends völlig ausgeschlossen. Mit dem Eintritt in die antarktischen Gewässer schwanden die neritischen Formen sehr schnell. Die eisigen Küsten der Bouvet-Insel hatten kaum irgend einen Einfluß (es ist hier zweimal *Nitzschia Closterium* W. Sm. beobachtet), aber bei den Kerguelen treten *Biddulphia*-Arten und richtige Grundformen, außerdem die nur hier beobachtete (endemische?) *Rhizosolenia crassa* Schimper, Taf. XI, Fig. 6, als typisch neritischer Planktont reichlich auf.

Mit dem Eintritt in den Indischen Ocean schwinden neritische Planktonformen, doch bleiben einige Grundformen teils nur in Schalen, vereinzelt aber auch lebende Zellen, besonders von *Nitzschia Closterium*, im oceanischen Phytoplankton erhalten. Bei St. Paul und Neu-Amsterdam sind kleine *Nitzschia*- und *Synedra*-Formen, bisweilen vorherrschend, vorhanden, die wohl als neritisch angesprochen werden müssen, während dem sonst oceanischen Plankton weitere neritische Planktonten fehlen. Erst hinter Neu-Amsterdam tritt vereinzelt *Bacteriastrum* auf, ohne den sonst oceanischen Charakter des Phytoplanktons erheblich zu beeinflussen. Die Nähe der Cocos-Inseln verursachte Station 181—183 reichlicheres Auftreten von *Bacteriastrum varians* Lauder, *B. elongatum* Cl. und *Chaetoceras lorenzianum* Grun. neben einzelnen Grundformen, bis endlich Station 185 mit Annäherung an Sumatra das neritische Plankton vorherrschend wird. Diese Rolle behält es, bis die Nikobaren verlassen werden (Station 212), ununterbrochen bei. Die Durchquerung des Golfes von Bengalen zeigt nur vereinzelte neritische Elemente erhalten, wie *Richelia intracellularis* Schm. Bei der Annäherung an Ceylon, Station 215, finden sich Bruchstücke von neritischen *Chaetoceras* und *Bacteriastrum*-Formen, vereinzelte *Skeletonema*- und *Richelia*-Exemplare an der Oberfläche, während in der Tiefe rein oceanischer Charakter herrscht.

1) N. Wille, Schizophyceen der Plankton-Expedition, 1904, Taf. II.

Station 216, Westküste von Ceylon, läßt die neritische Vegetation mit *Bellerochea*, *Biddulphia*, *Bacteriastrum* wieder aufleben und eine Fülle von *Skeletonema* als vorherrschende Form auftreten. Gleich mit Rückkehr auf die freie See geht die ganze neritische Flora wieder verloren, erscheint aber bereits bei Suadiva reichlich von neuem mit *Cerataulina Bergonii* H. P., *Chaetoceras subtile* CL., *Ch. sociale* LAUDER, *Ch. Ralfsii* CL., *Streptotheca* etc. Im Chagos-Archipel dagegen kommt die oceanische Flora mehr zum Durchbruch; freilich sind einzelne neritische Formen, besonders die leicht schwimmenden *Bacteriastrum*-Arten in Bruchstücken beigemengt, bei Diego Garzia treten vereinzelte Grundformen hinzu, aber der oceanische Charakter überwiegt bis zu den Seychellen. Hier findet wiederum Scenenwechsel statt. *Chaetoceras lorenzianum* GRUN., *Ch. Ralfsii* CL., *Bacteriastrum delicatulum* CL., *B. minus* G. K., *Bellerochea indica* n. sp., *Guinardia*, *Lauderia*, *Streptotheca*, *Stephanopyxis*, *Cerataulina* u. s. w. beherrschen die Situation. Und abermals verschwinden auf der Weiterfahrt alle diese Arten, und die oceanischen Formen sind völlig frei von neritischen Beimengungen, bis mit Station 240 die Küste von Afrika ihren Einfluß geltend macht und die neritische Vegetation zunächst in reiner *Trichodesmium erythraeum* EHRBG. -Decke auftritt, um jedoch alsbald den alten, stets wieder neuen Bekannten der *Chaetoceras-Bacteriastrum-Biddulphia-Lithodesmium*-Gesellschaft den Platz zu überlassen.

Das Aufeinandertreffen der bisher verfolgten indischen Südäquatorialströmung mit dem Nordäquatorialstrom, Station 250, bedingt einen teilweisen Wechsel. *Bacteriastrum* fällt aus, ein neues *Chaetoceras filiferum* n. sp. tritt auf, das voraussichtlich neritisch sein dürfte. Die übrigen neritischen Planktonten gehen mit diesem *Chaetoceras filiferum* auf den nächstfolgenden Stationen verloren und die Peridineen und mit ihnen die oceanische Flora herrscht trotz der afrikanischen Küste bis Station 268. Im Busen von Aden machen sich dann die neritischen Arten wieder mehr geltend.

Suchen wir jetzt aus alledem das Facit zu ziehen. Lehrreich ist besonders der Vergleich der südwestafrikanischen und der am Indischen Ocean liegenden nordostafrikanischen Küste. Hier treibt der vom Nordostmonsun getriebene Nordäquatorialstrom das Hochseewasser bis an die Küste selbst, und obgleich die Stationen von 250 ab mit dem Vermerk: „Nahe unter der ostafrikanischen Küste" versehen sind, vermag die neritische Flora nicht hochzukommen. Dort treibt das unter dem saugenden Einfluß der Benguelaströmung dicht an der Küste aufquellende Tiefenwasser, im äußersten Süden noch begünstigt von dem etwa in Richtung des Küstenverlaufes wehenden Passatwinde, das Küstenplankton weit in die offene See hinaus.

Die Ausdehnung des neritischen Pflanzenlebens an der Meeresoberfläche hängt also ganz von den jeweiligen Wind- und Stromverhältnissen ab, wobei selbstverständlich eine stete Erneuerung von den Heimstätten der neritischen Formen aus notwendig wird, die mit ihrem ganzen Lebenscyklus an flaches Wasser gebunden sind[1]). Natürlich gelten die an den verschiedenen Orten angetroffenen Zustände nur für die betreffende Jahreszeit, wie sie ja auch nur aus den gleichzeitig herrschenden Wind- und Stromverhältnissen erklärt werden konnten.

Diese vielleicht ziemlich selbstverständlich erscheinenden Ergebnisse unserer Vergleiche sind aber für die Beantwortung der zweiten Frage von Wichtigkeit. Sie erklären uns, wie die rings von oceanischem Plankton umgeben scheinenden Inseln, z. B. im Indischen Ocean, trotzdem

1) Vergl. auch H. H. GRAN, Norweg. Nordmeer, l. c. S. 105.

alle die gleiche neritische Flora aufweisen konnten. Bei der regelmäßigen Umkehr der Monsune wird in der entgegengesetzten Jahreszeit eben auch von der ostafrikanischen Küste aus das neritische Plankton weit ins Meer hinaus gelangen und an den Inselküsten ebenso geeignete dauernde Heimstätten finden können wie am Kontinente entlang.

Damit sind aber noch lange nicht alle sich hier bietenden Fragestellungen erschöpft. Eine Uebersicht der neritischen Formen ergiebt deren ungeheuer weite und gleichmäßige Verbreitung: *Biddulphia mobiliensis* ist in der Nordsee[1], an allen atlantischen Küsten[2], an den indischen Küsten, in der Cookstraße[2] (Stiller Ocean) nachgewiesen; *Bellerochea malleus* Van Heurck ist in der Nordsee[3], an den atlantischen Küsten[4], im Indischen Ocean an den verschiedensten Küsten gefunden; *Lithodesmium undulatum* Ehrbg. wird von Gran[5] für die südliche Nordsee, von mir[6] in einer identischen Form im Guinea-Golf, und jetzt im Indischen Ocean aufgeführt; *Streptotheca*, *Cerataulina*, *Guinardia*, *Lauderia*, *Detonula* sind von denselben Autoren für die genannten drei Meere nachgewiesen, und wenn man Lemmermann's[7] verdienstliche Zusammenstellungen vergleicht, so findet man für Formen wie *Stephanopyxis turris* Rales[8], *Skeletonema costatum* Cl.[9], *Chaetoceras sociale* Lauder[10], *Ch. contortum* Schütt[11], *Bacteriastrum varians* Lauder[12] u. s. w., wie für die vorher erwähnten Gattungen alsbald heraus, daß unter Zurechnung meiner Phytoplanktonbearbeitung der Tiefsee-Expedition alle diese Formen fast an allen Küsten der Erdoberfläche verbreitet sind. Als Regel läßt sich daraus ableiten, daß die neritischen Formen — es kommen neben den hier behandelten Diatomeen ja fast nur Schizophyceen in Betracht — in weit geringerem Maße von klimatischen, d. h. speciell Temperatureinflüssen abhängig zu sein scheinen, als — wie schon nach dem heutigen Stande der Kenntnisse behauptet werden darf — die große Mehrzahl der Hochseeformen es sein kann. Mit anderen Worten: Die neritischen Diatomeen sind in erster Linie den mit der Nähe der Küste verbundenen Ernährungsbedingungen unterworfen, alle weiteren Faktoren, besonders Temperatur, bis zu gewissem Grade auch Salzgehalt etc., kommen erst in zweiter Linie in Betracht. Die Verbreitung der neritischen Formen wird daher hauptsächlich entlang dem Küstenverlaufe erfolgt sein, und den Strömungen, deren Einfluß ja vorher festgestellt war, wird man nur für die Besiedlung der Inselküsten eine ausschlaggebende Bedeutung zuerkennen dürfen. Gewisse Grunddiatomeen, besonders leichte *Nitzschia*-Arten, *Nitzschia Closterium*, *N. longissima*, gewisse *N. (Sigma)*-Formen, außerdem *Synedra*-, *Rhabdonema*- etc. -Arten werden sich hierin den neritischen Planktonten ähnlich verhalten.

1) H. H. Gran, Nordisches Plankton, l. c. S. 100.
2) Lemmermann, Reise nach dem Pacific, l. c. S. 315.
3) Gran, l. c. S. 112.
4) G. Karsten, Atlant. Phytopl., l. c. S. 208.
5) l. c. S. 112.
6) l. c. S. 198.
7) E. Lemmermann, Das Phytoplankton des Meeres. III. Beihefte Botan. Centralbl., Bd. XIX, Abt. II, Heft 1, 1905.
8) l. c. S. 39.
9) l. c. S. 40.
10) l. c. S. 60.
11) l. c. S. 54.
12) l. c. S. 52.

Wie steht es nun mit dem oceanischen Phytoplankton? Fassen wir zunächst einmal den Begriff scharf im Gegensatz zu dem neritischen, so ist der Schwerpunkt darauf zu legen, daß die oceanischen Arten in irgend einer Form schon während ihres ganzen Lebenskreislaufs imstande sind, das Meeresleben völlig unabhängig geworden sind. Ob dabei nun ein ununterbrochenes Fortvegetieren in immer neuen Zellgenerationen vorliegt, ob besonders für den Wechsel der Wasserschichten und resultierend Bildung einer „Dauersporengeneration“, gegenüber der „Vegetationsgeneration“ in Betracht kommende Formänderungen festgestellt werden können, oder endlich, ob die im inneren Habitus unveränderten Zellen zu gewissen Zeiten in Ruhelagen sich zurückziehen, die eine Fortsetzung der Assimilationsarbeit nicht gestatten, ist für die Sache selbst gleichgültig. Mit diesen drei Fällen werden wohl die prinzipiellen Differenzen im Lebenscyklus der neritischen Arten voraussichtlich erschöpft sein.

Ob es wirklich Formen gibt, die ununterbrochen in stets erneuten „Vegetationsgenerationen“ die Meeresoberfläche innerhalb der dieser passenden Zone bewohnen, läßt sich zur Zeit noch nicht angeben. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß *Peridinium*, *Ceratium* und *Dictyocha* hier in Frage kommen, doch fehlen uns einstweilen noch die Studien der Auxosporenbildung, die sich immerhin später verhalten könnten. Vielleicht würde auch *Thalassiosira* gravida Cleve, deren in ununterbrochenen Vegetationsgenerationen lebenden Arten beizuzählen sein. Vom hohen Norden und Süden wären solche Formen ja natürlich ausgeschlossen, da ihre Assimilationsthätigkeit durch die Polarnacht unterbrochen würde.

Daher werden viele der hier vorzugsweise beobachteten Oceanien-Arten dem dritten Typus zugezählt werden müssen. Diejenigen Formen, die unverändert in größere Tiefen hinabsinken, um hier eine Ruhezeit zu verbringen, und dann in einer neuen Vegetationsperiode emporsteigen. Dafür dient als Beweis der in vollkommen normalem Zustande bei Station 211 in Tiefe von 2500 m gefundene *Ceratium Tripos* n. sp. (Taf. XXXVI, Fig. 8) eine auffallend zierliche, auch in normaler Form auf Station 228 solcher Tiefe lebende Art. Außerdem ist aus den oben mitgeteilten Beobachtungen Schimper's auf das häufige Vorkommen von *Peridinium* (*Ceratium*) und *Pleurosigma* angulatum Sollas, Station 211 (in Tiefen zwischen 2500 und 1000 m), Station 228 bei 1600—1000 m, Station 225 bei 1600—1000 m, ferner, wenngleich die Feststellung eines ruhenden Zustandes, Station 225 bei 1000—500 m, in welch letzterer Tiefe auch *Ceratium* und *Pleurosigma* in stark verändertem Zustande, aber lebend vorkommen, hinzuweisen.

Wenngleich bezüglich der Oceanien-Arten [illegible] Ruhezustand [illegible] Entwickelungsgeschichte dieser Algen nicht Stillstand [illegible] wurde ich den Kreislauf [illegible] in folgender Weise konstruieren [illegible] Aus [illegible] Mutterzelle [illegible] Mutterzelle [illegible] Zellen [illegible] Auxosporenbildung [illegible] Ruhezustand [illegible] Tiefe [illegible] Vegetationsperiode

nach einer Dauersporengeneration keine der stärkeren Belichtung entzogene Tiefenlage gewähren kann. Damit würde übereinstimmen, daß außerhalb des Kratersees die „Vegetationsgeneration" *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) f. *semispina* Gran reichlicher vertreten war. Nebenbei mag hier bemerkt sein, daß in der dichten Masse von *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) f. *hiemalis* Gran innerhalb des Kratersees vielfach Mikrosporenbildung aufgetreten war. Es konnten bis zu 64 Mikrosporenanlagen in einer unverletzten Zelle gezählt werden. Offenbar lagen hier in Bezug auf dichtes Vorkommen einer Species ähnliche Verhältnisse vor, wie sie Station 123 für *Corethron Valdiviae* G. K. gegeben waren.

Wenn es nun auch nicht gelungen ist, neue Fälle solcher Doppelgenerationen bei Diatomeen aufzufinden, so kamen andere Entwickelungszustände außer bei *Rhizosolenia* auch noch bei *Coscinodiscus* (spec.?) vor, nämlich ebenfalls Fälle von mehr oder minder weit vorgeschrittener Mikrosporenbildung, Taf. LIV, Fig. 3, 4. Nach der weiter unten zu entwickelnden Annahme sind diese Zustände bei Coscinodiscoideen Uebergänge zu den von G. Murray [1]) abgebildeten Zellpaketen, also schwebende Ruhezustände, wenn auch nicht einer einzelnen Zelle, sondern einer verschieden großen Zahl von Tochterzellen (vergl. die Reproduktion einer entsprechenden Figur von Murray auf S. 497, Fig. 4).

Nun fügen sich hier einige unvollständige Angaben für Peridiniaceen daran. Zunächst ist in Fig. 6, Taf. LIV, ein unzweifelhafter Ruhezustand einer Peridinee, wahrscheinlich einer Art von *Peridinium* (*divergens*) selbst, dargestellt. Da sich dem Befund nichts Näheres über Art der Bildung entnehmen läßt, braucht nicht weiter darauf eingegangen zu werden. Taf. LIV, Fig. 7 giebt eine nach starker Kontraktion des Inhaltes geteilte *Peridinium (divergens)*-Zelle wieder, deren Tochterzellen noch nicht vollkommen ausgebildet sind. Bisher beschriebene Teilungen von *Peridinium*-Arten beziehen sich meist auf *Peridinium tabulatum* (Ehrbg.) Clap. et Lachm. und stellen eine Längs- oder schiefe Längsteilung dar. So bei Klebs [2]) Taf. II, Fig. 23, 24, ebenso beim gleichen Autor für *Gymnodinium fuscum* Taf. II, Fig. 25, und *Glenodinium cinctum* Taf. II, Fig. 29. Bütschli [3]) reproduziert die Figur von Stein, welche etwa der Klebs'schen Fig. 24 entspricht. Auch bei Bergh [4]) ist für *Peridinium tabulatum* eine gleiche Teilungsweise angegeben, nur fehlt die bei den anderen Autoren mitgezeichnete Gallerthülle, welche die Tochterzellen innerhalb des gesprengten Panzers noch zusammenhält. Polchei [5]) endlich giebt von *Peridinium divergens* Ehrbg.) var. *depressum* (Bergh) ein Teilungsbild, welches den längs durchgeteilten Plasmakörper innerhalb der noch geschlossenen Mutterzelle zeigt. Von allen diesen Zeichnungen und Angaben ist der von mir beobachtete Zustand erheblich verschieden. Fig. 7, Taf. LIV, zeigt die Membran der Mutterzelle fast vollkommen verquollen. Nur die Querfurche ist noch deutlich, und es ergiebt sich aus ihrer Lage mit Sicherheit, daß hier eine Querteilung der Mutterzelle stattgefunden hat. Ob nun die Teilungsrichtung wechseln kann — denn auch Stein [6]) gibt für *Peridinium tabulatum* bereits Querteilung innerhalb der Membran der Mutterzelle an, alle übrigen Autoren Längsteilung — das muß einstweilen dahingestellt bleiben. Zu beachten ist

1) G. Murray, Reproduct. of some marine Diatoms. Proceed. R. Soc. Edinburgh, Vol. XXI, 1897, p. 207, Pl. I—III.
2) G. Klebs, Organisation der Flagellaten etc., l. c. S. 353, Taf. II, Fig. 23, 24, 25, 29.
3) Bütschli, Protozoa etc., l. c., S. 985, Taf. II, Fig. 6c.
4) Bergh, Cilioflagellaten, l. c. S. 241, Taf. XV, Fig. 38.
5) G. Polchei, l. c., 1883, p. 440, Pl. XX, XXI, Fig. 32.
6) Fr. v. Stein, Organismus der Infusionstiere, I. c. S. 94.

aber, daß Schütt[1]) (cf. Taf. XXIII, Fig. 75, 2) ein Zellenpaar von *Gymnodinium gelatinatum* Schütt innerhalb einer dicken, geschichteten Gallerthülle in genau gleicher Lage, die eine Zelle unter der anderen, zeichnet, wie es Taf. LIV, Fig. 7 hier dargestellt ist. Untersuchungen an lebendem Material müssen darüber Aufklärung bringen.

Das häufigst angetroffene Entwickelungsstadium waren endlich die Gallertsporen. Diese fanden sich stets in ähnlicher Weise ausgebildet, wie Schütt sie z. B. im Engler-Prantl[2]) oder seinem Peridineenwerke abbildet, so daß ich keine Zeichnung davon gebe. Die Zahl der in einem Gallertklumpen vereinigten Sporen konnte bis auf 128 festgestellt werden. Die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Art war kaum jemals mit Sicherheit anzugeben, da etwa nicht verquollene Ueberreste der Mutterzellmembranen dazu keine genügenden Anhaltspunkte lieferten. Immerhin werden diese Gallertsporen wohl die wichtigste, weil ausgiebigste Quelle der Vermehrung der Peridineen abgeben, und es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß sie ihre ganze Weiterentwickelung in schwebendem Zustande durchmachen. Die weite Gallerthülle und der Fettgehalt des Plasmakörpers dürften die wesentlichen Bedingungen für die Schwimmfähigkeit der Sporenhäufchen darstellen.

Die drei wichtigsten Komponenten des oceanischen Phytoplanktons sind die Diatomeen, Peridiniaceen und die Schizophyceen. Die drei Klassen sind in den Ansprüchen, die sie an die äußeren Lebensbedingungen stellen, recht verschieden, und diese Differenzen sprechen sich ja schon zum großen Teil in ihren verschiedenen Hauptverbreitungsbezirken aus. Die Diatomeen sind in den kalten Meeren fast die einzigen Bestandteile des Phytoplanktons, wie ja u. a. aus der Bearbeitung des Pflanzenlebens der antarktischen Hochsee zur Genüge hervorgeht. Peridineen und Schizophyceen fehlen hier fast vollständig, beide sind an höhere Temperaturen gebunden. Im Phytoplankton des Atlantischen Oceans fanden sich die Peridiniaceen durchweg sehr reichlich mit Ausnahme derjenigen Stationen, die streng neritisch ausgeprägtes Phytoplankton aufzuweisen hatten, das von den Diatomeen gebildet wurde. Die Schizophyceen traten im Atlantik nur einmal vorherrschend auf, bei Station 41 unweit der afrikanischen Küste, wo Guineastrom und Nordäquatorialstrom nach der Karte von Schott XXXIX in spitzem Winkel aufeinander treffen, also im wärmsten Teile der atlantischen Fahrt. Das Bild wiederholt sich im Indischen Ocean; nur sind die Schizophyceenmaxima gleichzeitig an den Küstenstrecken im neritischen Phytoplankton gelegen. Da ist denn hinzuzufügen, daß die indisch-neritischen Stationen abweichend vom Atlantik auch eine große Zahl von Peridineen aufzuweisen haben, also offenbar weniger exklusiv den Diatomeen vorbehalten sind, als es im Atlantischen Ocean zu beobachten war. Gegen Zunahme der Salinität scheinen Diatomeen und Peridiniaceen gleichmäßig unempfindlich zu sein, während von Schizophyceen nur *Trichodesmium erythraeum* Ehrbg. ins Rote Meer hinein geht.

Der wichtigste Unterschied zwischen Diatomeen und Peridiniaceen besteht aber in ihrer sehr verschiedenen Befähigung, die gebotenen Nährstoffe auszunutzen. Die regelmäßig jedes Jahr wiederkehrenden beiden großen Diatomeen-Maxima der nordischen Meere führt Gran[3]) mit Recht auf die dann gerade stattfindende Anreicherung der Nährstoffe zurück, die einmal im Frühjahr vorhanden ist, weil dem Meere im Winter bei ruhender Vegetation minder Nährstoffe

1) Fr. Schütt, Peridineen der Plankton-Expedition, l. c. Taf. XXIII, Fig. 75, 2.
2) l. c. S. 15, reproduziert nach „Peridineen d. Plankt.-Exp.", l. c. Taf. XXVI, Fig. 61, 1.
3) H. H. Gran, Norweg. Nordmeer, l. c. S. 112 ff.

entnommen als zugeführt werden; das zweite, das Herbstmaximum, stellt sich ein, sobald durch Absterben aller empfindlicheren Arten, die durch sie dem Wasser entzogenen Nährstoffe ihm zurückgegeben werden. Die Vermehrungsfähigkeit der Diatomeen geht ins Unbegrenzte bei hinreichend gebotenen Nährstoffen, erst mit ihrer Erschöpfung hört die Vermehrung auf. Die Peridineen[1]) dagegen wachsen überhaupt langsamer als die Diatomeen, jede Zelle baut, wie wir später sehen werden, dauernd an ihrem Zellgerüst weiter, und sie erreichen dabei Formwiderstände, die ihre Zellkörper auch bei der geringsten Dichte des tropisch warmen Wassers an der Oberfläche schwebend erhalten können. Andererseits vermehren sie sich nicht sprungweise, sondern gleichmäßig und sie haben den Vorzug, zum Aufbau ihrer Wandungen der Kieselsäure nicht zu bedürfen, deren Mangel den Diatomeen doch bisweilen Schwierigkeiten bereiten möchte[2]). Die Ansprüche der Schizophyceen werden etwa die Mitte zwischen beiden halten, doch sind die Schizophyceen außerordentlich empfindlich gegen verminderte Beleuchtung, so daß sie in tieferen Wasserschichten als höchstens etwa 50 m in der Regel nur noch abgestorben und völlig desorganisiert gefunden wurden.

Aus diesen sehr verschiedenartigen Lebensbedingungen erklärt sich, daß die Peridiniaceen die typischen Hochseebewohner mit in den wärmeren Meeren überall gleichmäßiger Verbreitung sind, daß die gegen Temperaturdifferenzen minder empfindlichen Diatomeen bei jeder Annäherung des Landes oder flacher Stellen, die eine Einwirkung des Bodens erlauben, oder in Strömungen, die vom Lande her Nährstoffe mit sich führen, ein Uebergewicht erhalten, während die Schizophyceen, auf die wärmeren Meere beschränkt, neben beiden ihre Stelle finden.

Meeresströmungen und Phytoplankton.

Daß die Verbreitung der Meeresvegetation durch die Strömungen beeinflußt wird, hatte sich vorhin bereits bei Betrachtung des neritischen Phytoplanktons gezeigt. Hier soll nur von dem oceanischen Plankton die Rede sein. Der Einfachheit halber beginnen wir mit dem Indischen Ocean. Die Reise im Indischen Meere durchschnitt in der Richtung auf die Cocos-Inseln die ganze Breite der vor dem Südostpassat fließenden indischen Südäquatorialströmung und trat bald hinter den Cocos-Inseln, etwa unter 10° S. Br., in die vom Nordwestmonsun bedingte, nach Osten laufende Gegenströmung ein. Die Grenze liegt zwischen Station 183 und 184. Sie geht am Phytoplankton und seiner Zusammensetzung spurlos vorüber. Ebensowenig Einfluß hatte der abermalige Wechsel aus dem Gegenstrom in den vom Nordostpassat abhängenden Nordäquatorialstrom, der bei den Nikobaren etwa erfolgte, und endlich der Rücktritt in den Gegenstrom kurz vor dem Suadiva-Atoll. In allen Fällen blieb die Zusammensetzung des Planktons unverändert; nur das vorher ausführlicher geschilderte, jedesmal an den berührten Küsten erfolgende Auftreten des neritischen Planktons und sein Verschwinden vor dem wieder erscheinenden oceanischen Phytoplankton beherrschte die Zusammensetzung der schwebenden

1) H. H. Gran, l. c. S. 110.
2) O. Richter, Zur Physiologie der Diatomeen, l. c. S. 9, 87.

Pflanzengenossenschaft. Als aber an der ostafrikanischen Küste Süd- und Nordäquatorialstrom unvermittelt aufeinander trafen, war ein erheblicherer Unterschied zu beobachten.

Die Frage, woran dieser Unterschied liegt, ist bei Beachtung der Wasserdichte leicht zu beantworten. Es traf hier das bisher in Wasser von 1,022 .. lebende Phytoplankton auf schwereres Wasser von der Dichte 1,023 ... Dadurch war einer Reihe von Formen, besonders der *Ceratium tripos*-Arten, Sectio *rotunda*, der Eintritt ermöglicht, der ihnen bisher durch ungenügende Tragfähigkeit des leichten indischen Tropenwassers gesperrt gewesen, andere leichtere Formen derselben Gattung schieden dafür aus. Die Grenzlinie erscheint aber noch vertieft dadurch, daß eine bisher überwiegend neritische Küstenvegetation unter dem Einflusse der Strömung vom Meere her mehr und mehr rein oceanische Formen aufnehmen mußte, wogegen jene verschwinden. Darin liegt auch der Grund, der mich verhindert, hier eine wirkliche Florengrenze zu ziehen; es wäre notwendig, daß zuvor in der Zeit des entgegengesetzten Monsuns ebenso genaue Beobachtungen angestellt werden, die wahrscheinlich aber eine völlige Verlagerung der Grenze und überhaupt abweichende Verhältnisse aufzeigen würden. Nach alledem kann der Schluß nur lauten: Der ganze Indische Ocean entspricht einem einheitlichen, von dem Wechsel der Strömungen fast unabhängigen Florengebiet, in dem nur der Gegensatz zwischen Küsten- und Hochsee-Phytoplankton deutlich hervortritt.

Anders in dem Atlantik! Wenn wieder wie vorhin mit Station 14 begonnen wird, so bleibt die Fahrt trotz Beimengung einiger Warmwasserformen im temperierten Phytoplankton bei einer Wasserdichte von 1,025 .. Es ist der Canarenstrom, der das kühle dichte Wasser bis an die Grenze der Tropen behält. Formen, wie *Ceratium tripos longipes, arcuatum, lunula, intermedium*, herrschen neben den dickeren Arten von *macroceras*. Erst bei Station 36 bis 45 treten leichtere langarmige Formen, vor allem *Ceratium tripos volans* und *(patentissimum) inversum* neben *C. reticulatum* Pouchet var. *contorta* Gourret vorherrschend auf; es ist der Guineastrom mit der Wasserdichte 1,023 .. bis 1,022 .. Der Benguelastrom unterbricht dieses Bild; die *Ceratium tripos volans* und *(patentissimum) inversum* scheiden aus, und *Ceratium tripos azoricum, lunula, arcuatum, longipes* treten an ihre Stelle bei Wasserdichte 1,024 .. Erst der Rücktritt in den Guineastrom bringt langhörnige Ceratien und Wasserdichte von 1,023 .. zurück. Dann beginnt die Herrschaft des neritischen Planktons, die großen Ströme münden ein, und erst hinter der Großen Fischbai, Station 82, begegnet wieder oceanisches Phytoplankton, das bei vorherrschenden Diatomeen aus den Gattungen *Chaetoceras, Thalassiothrix* und *Synedra* freilich mehr einen temperierten Eindruck macht; Wasserdichte 1,025 .. bis 1,026 ..

Danach hätte man an der Westseite Afrikas im Ostatlantik nach Ausschluß des temperierten Canarenstromes zwei Strömungsgebiete zu unterscheiden, das tropisch warme Guineastromgebiet und das kalte Benguelastromgebiet, das gerade unter dem Aequator tief in jenes einschneidet. Da die „Valdivia"-Fahrt von Kamerun bis zur Fischbai dicht an der Küste entlang geht, wird ein großes neritisches Phytoplanktongebiet eingeschoben, das die Schärfe der Grenzen mildert und weniger hervortreten läßt. Als charakteristisch kann man aber doch hervorheben: im tropischen Florengebiet des Guineastromes herrschen langhörnige Ceratien der *tripos inversum*- und *volans*-Formen und *Ceratium reticulatum* Pouchet var. *contorta* Gourret vor, im kühlen Florengebiet des Benguelastromes dagegen

die Diatomeen der Gattungen *Chaetoceras*, *Syndra* und *Thalassiothrix*. Der Agulhasstrom endlich stellt einen Abfluß der tropisch-indischen Formen dar und ist ein Mischgebiet, das indischen, antarktischen und atlantischen Charakter vermengt, bald mehr diesen, bald jenen, oder den dritten hervorkehrend.

Der Vergleich des Indischen Oceans mit dem Ostatlantischen lehrt, daß Stromgrenzen mit Florengrenzen nur dann zusammenfallen, wenn die physikalischen Eigenschaften der Ströme, also Temperatur und Dichtigkeit (event. Salzgehalt), erhebliche Unterschiede aufzuweisen haben, daß aber nach verschiedenen Richtungen strömendes Wasser mit gleicher Temperatur und Dichtigkeit hüben und drüben die gleiche Planktonflora beherbergt.

Den Beschluß dieses Kapitels mag eine Aufführung der wichtigsten oceanischen Planktonten bilden, die im Atlantischen, Antarktischen, und Indischen Ocean begegneten, nach ihrem Vorkommen resp. nach ihren Lebensansprüchen.

1) Ubiquitäre Formen.

Diatomeen.	Peridineen.	Schizophyceen.
Nitzschia seriata CL.	*Peridinium divergens* EHRBG. (im weitesten Sinne).	
Rhizosolenia stolterfothii BRTW.		
„ *alata* BRTW.		
„ *hebetata* BAIL. f. *semispina* GRAN.		
Coscinodiscus excentricus EHRBG.		
„ *lineatus* EHRBG.		
Asteromphalus heptactis RALFS.		
Eventuell *Halosphaera viridis* SCHMITZ (vergl. Antarkt. Phytopl., Stationen 143, 144, 147 etc., „grüne Kugelalge").		

Es sind also nur einige Diatomeen, die im kalten und warmen Wasser gleich gut zu leben vermögen.

2) Temperierte Formen, die an den Grenzen des Atlantischen mit dem Antarktischen und des Antarktischen mit dem Indischen Ocean vorkommen.

Diatomeen.	Peridineen.	Schizophyceen.
Chaetoceras atlanticum CL.	*Peridinium divergens* EHRBG. s. a.	*Trichodesmium Thiebautii* GOMONT.
„ *criophilum* CASTR.	*Ceratium fusus* DUJ., kurz.	
Thalassiothrix antarctica CASTR.	„ *furca* DUJ.	
Corethron Valdiviae G. K.	„ *tripos vulgata* SCHIMPER.	
Fragilaria antarctica CASTR.	„ „ *arcuatum* SCHIMPER.	
Rhizosolenia inermis CASTR. (scheint der atlantischen Grenze zu fehlen).	„ „ *intermedium* JOERG.	

3) Temperierte bis tropische Formen des dichteren Wassers, die dem Atlantischen und Indischen Ocean gemein sind.

Diatomeen.	Peridineen.	Schizophyceen.
Chaetoceros peruvianum BRTW.	*Pyrocystis pseudonoctiluca* J. MURRAY.	
Rhizosolenia imbricata BRTW.	„ *fusiformis* J. MURRAY.	

Diatomeen.	Peridineen.	Schizophyceen.
Rhizosolenia calcar avis SCHULZE.	*Pyrocystis hamulus* CL. (Fehlen im Sud-statlantik.)	
„ *quadrijuncta* H. P.	*Ceratium tripos* (außer den bereits genannten) [illegible] CL.	
Planktoniella Sol SCHUTT.	„ „ *gibberum* GOURRET.	
Hemiaulus Hauckii GRUN.	„ „ *hebrocamptum* JOERG.	
Coscinodiscus curvatulus GRUN.	„ „ *macroceras* EHRBG.	
Thalassiosira subtilis OSTE.	„ „ *flagelliferum* CL.	
Corethron criophilum CASTR.	„ „ *opatentissimum* OSTE. = *inversum* G. K. vereinzelt.	
Dactyliosolen meleagris G. K.	„ „ *volans* CL. (ganz vereinzelt im Atlantik.)	
Asteromphalus stellatus RALFS.	„ *gravidum* GOURRET.	
	Phalacroma doryphorum STEIN.	
	Peridinium Steinii JOERGENSEN.	
	Podolampas bipes STEIN.	
	Goniodoma acuminatum STEIN.	
	Ornithocercus magnificus STEIN.	
	Pyrophacus horologium STEIN.	
	Ceratocorys horrida STEIN.	
	Diplopsalis lenticula BERGH.	

4) Tropisch-äquatoriale Formen, die dem Ostatlantischen und Indischen Meere gemeinsam sind (außer den bereits genannten).

Diatomeen.	Peridineen.	Schizophyceen.
Gossleriella tropica SCHUTT.	*Amphisolenia palmata* STEIN.	*Trichodesmium contortum* WILLE.
Antelminellia gigas SCHUTT.	*Dinophysis hemiaulus* STEIN.	
Chaetoceras furca CL.	*Ceratium palmatum* BR. SCHRODER.	
„ *coarctatum* LAUDER.	„ *reticulatum* POUCHET var. *contorta* GOURRET.	
Climacodium Frauenfeldianum GRUN.	„ *opatentissimum* OSTE. = *inversum* G. K. vielfach.	
„ *biconcavum* CL.	„ *volans* CL. vielfach.	
Rhizosolenia Temperei H. P.	*Ornithocercus splendidus* SCHUTT.	
„ *Castracanei* H. P.	*Heterodinium scrippsi* KOFOID.	
„ *robusta* NORMAN.		
Coscinodiscus varians G. K.		

5) Temperierte atlantische Formen, die dem Indischen Ocean fehlen.

Diatomeen.	Peridineen.	Schizophyceen.
Rhizosolenia stricta G. K.		*Trichodesmium contortum* WILLE (im Indischen Ocean tropisch).
Synedra auriculata G. K.		
„ *stricta* G. K.		
Thalassiothrix acuta G. K.		
Coscinodiscus varians G. K. (im Indischen Ocean tropisch) (von weiteren *Coscinodiscus*-Arten ist abgesehen).		
Thalassiosira excentrica G. K.		
Chaetoceras decipiens CL.		
„ *convolutum* CASTR.		
„ *furca* CL. (im Indischen Ocean tropisch).		
Euodia cuneiformis WALLICH.		
Actinoptychus undulatus EHRBG.		
„ *vulgaris* SCHUMANN.		

6) Temperierte indische Formen, die dem Atlantik fehlen.

Diatomeen.

Actinocyclus Valdiviae G. K.
Chaetoceras tetrastichon CL.
Thalassiothrix antarctica var. *echinata* n. var.
„ *heteromorpha* n. sp.
Rhizosolenia simplex G. K.
„ *curvata* O. ZACHARIAS.
„ *amputata* OSTF.
„ *squamosa* n. sp.
„ *Temperei* H. P. (im Atlantik nur erst tropisch).
„ *Castracanei* H. P. (im Atlantik nur erst tropisch).
Dactyliosolen tenuis (CL.) GRAN.
„ *laevis* G. K.
(*Valdiviella formosa* SCHIMPER, mehr tropisch!)
Asterolampra marylandica EHRBG.[1]).
„ *affinis* GREV.
Euodia inornata CASTR.
(Von *Coscinodiscus*-Arten ist abgesehen.)

Peridineen.

Ceratium tripos tergestinum SCHÜTT.
„ „ *longipes* var. *cristata* n. var.
„ „ *balticum* SCHÜTT.
„ „ *coarctatum* PAVILLARD.
„ „ *declinatum* G. K.
„ „ *inclinatum* KOFOID. (mehr tropisch).
„ „ *macroceras* var. *tenuissima* n. var. (mehr tropisch).
„ „ *volans* var. *elegans* BR. SCHRÖDER (mehr tropisch).
„ „ *limulus* GOURRET.
„ „ *robustum* OSTF. u. SCHM. (mehr tropisch).
„ „ *azoricum* var. *brevis* OSTF. u. SCHM.
Dinophysis homunculus STEIN (im Atlantik tropisch).
Gonyaulax polygramma STEIN.
Peridinium (divergens) oceanicum VANHÖFFEN.
Oxytoxum scopolax STEIN.
Cladopyxis brachiolata STEIN.
Amphisolenia bifurcata MURR. and WHITT.

Schizophyceen.

7) Tropisch-äquatoriale atlantische Formen, die dem Indischen Ocean fehlen.

Diatomeen.

Actinocyclus dubiosus G. K. (wahrscheinlich freilich neritisch).

Peridineen.

Schizophyceen.

8) Tropisch-äquatoriale indische Formen, die im östlichen Atlantik fehlen (vergl. auch die temperierten, die hier nicht wiederholt sind).

Diatomeen.

Rhizosolenia squamosa n. sp.
„ *annulata* n. sp.
„ *similis* n. sp.
„ *africana* n. sp.
„ *cochlea* BRUN.
„ *hyalina* OSTF.
Chaetoceras sumatranum n. sp.
„ *aequatoriale* CL.

Peridineen.

Amphisolenia Thrinax SCHÜTT.
Ceratium tripos vultur CL.
„ „ „ var. *sumatrana* n. var.
„ „ *arcuatum* var. *robusta* n. var.
„ „ *humile* SCHIMPER var. *robusta* n. var.

Schizophyceen.

Richelia intracellularis SCHM.
Katagnymene pelagica LEMM.
„ *spiralis* LEMM.

[1]) *Asterolampra* scheint nur der Ostseite des Atlantik zu fehlen, da LEMMERMANN von einem Fang 21° S. Br. und 26° W. L. *Asterolampra marylandica* EHRBG. und *Asterolampra vetula* GREV. als häufig anführt. LEMMERMANN, Reise nach dem Pacifik, l. c. S. 332.

Diatomeen.

Chaetoceras filiferum n. sp.
„ *neapolitanum* Br. Schröder.
„ *bacteriastroides* n. sp.
„ *buceros* n. sp.
„ *Sevchellarum* n. sp.
„ *indicum* n. sp.
Hemiaulus indicus n. sp.
Asteromphalus Wyvillii Castr.
„ *elegans* Grev.
Dactyliosolen Bergonii H. P.
Stigmaphora rostrata Wallich.
„ *lanceolata* Wallich.

Peridineen.

Ceratium tripos axiale Kofoid.
„ „ *intermedium* Jörg. var. *Hundhausenii* Br. Schröder.
„ *reticulatum* Pouchet var. *spiralis* Kofoid.
„ *reflexum* Cl.
„ *geniculatum* Lemm.
„ *californiense* Kofoid.
„ *dens* Ostf. u. Schm.
Ceratocorys asymmetrica n. sp.
„ *horrida* var. *africana* n. var.
„ *spinifera* Murr. and Whitt.[1]).
Goniodoma [*fimbriatum* Murr. and Whitt.[1])=] *armatum* Joh. Schmidt.
Dinophysis miles Cl.
„ *Schüttii* Murr. and Whitt.[1]).
„ *Nias* n. sp.
Heterodinium Blackmani Kofoid.
„ *rigidum* Kofoid.
Gonyaulax Jolliffei Murr. and Whitt.[1]).
Oxytoxum Milneri Murr. and Whitt.[1]).
Peridinium grande Kofoid.
„ *pustulatum* n. sp.
„ *remotum* n. sp.
„ *spinulosum* Murr. and Whitt.[1]).
„ *sphaericum* Murr. and Whitt.[1]).
Phalacroma Blackmani Murr. and Whitt.[1]).

Schizophyceen

Am Schlusse dieser vergleichenden Uebersicht über die Verbreitung wird es noch am Platze sein, anzuführen, was sich über die Begründung des Ausschlusses einiger Formen von einem der beiden Oceane sagen läßt. Es ist in erster Linie die außergewöhnlich niedrige Temperatur der ganzen Küstenstrecke im Atlantik, die sich ja weit in den Ocean hinein, besonders im Süden geltend macht, welche viele Arten hier ausschließt. *Amphisolenia Thrinax* Schütt ist von Schütt z. B. im Atlantischen Ocean zuerst beobachtet worden; die Art wird wie die anderen von ihm genannten typischen Warmwasserformen vermutlich im Floridastrom oder im Sargassosee angetroffen sein; dem von der „Valdivia" durchfahrenen Teil des östlichen Atlantik fehlt die Art oder ist, wie andere Warmwasserformen, z. B. *Gossleriella tropica* Schütt, *Ornithocercus splendidus* Schütt etc., überaus selten.

Einen ursprünglich lokalen Lebensbedingungen angepaßten Formenkreis dürften die eigenartigen Formen der *Ceratium tripos* Subsectio *robusta* vorstellen. Diese massig entwickelten, dickwandigen Formen[2]) würde man auf den ersten Blick kaum für Warmwassertypen halten mögen. Sie entstammen jedoch dem Roten Meer mit seiner abnormen Wasserdichte und gleichzeitig

1) Alle von Murray and Whitting benannten Formen sind also auch im Atlantik vorhanden, wenn auch in westlicheren Teilen; die von Kofoid benannten Species sind bereits aus dem Pacifik bekannt, cf. G. Murray and Francis G. Whitting, New Peridin. from the Atlantic, l. c., und C. A. Kofoid, 1907, l. c.

2) Vgl. besonders die Abbildung Fig. 17 bei Ostenfeld, Röde Hav, l. c. S. 166.

hohen Temperatur; es sind also Warmwasserformen, die an dichtes Wasser sich angepaßt haben. Daß sie sich von ihrem mutmaßlichen Entstehungscentrum bereits über einen großen Teil des gleichmäßig warmen Indischen Oceans ausgedehnt haben, kann man ja aus den Listen ersehen; dabei haben sie aber auch dem leichteren Wasser Konzessionen machen müssen, wie aus ihrem häufigen Auftreten in Ketten und dem Vergleich ihrer Formen Taf. XLVIII, Fig. 13 mit der Abbildung von Ostenfeld an der genannten Stelle hervorgeht. Die an der ganzen ostafrikanischen Küste häufigen Variationen der überall sonst dünnwandigen Zellen von *Ceratium tripos arcuatum* und *C. tripos lunula*, die mit var. *robusta* gekennzeichnet sind, verdanken ebenfalls dem dortigen dichten Wasser ihre Entstehung.

Endlich mag noch auf die eigenartigen antarktischen *Coscinodiscus*-Arten kurz hingewiesen sein, die auf der Taf. IV zusammengestellt waren, also die Species *C. bifrons* Castr. und die anschließenden: *C. Janus* Castr., *C. australis* G. K., *C. planus* G. K., *C. Castracanei* G. K. und *C. chromoradiatus* G. K. Sie bilden einen völlig isolierten, nur hier zur Ausbildung gelangten Typus, den z. B. Rattray kaum als zu *Coscinodiscus* zugehörig anerkennen wollte.

Quantitative Verteilung des Phytoplanktons und ihre Abhängigkeit von äusseren Faktoren.

Für die qualitative Verteilung des Phytoplanktons dürften in den vorstehenden Kapiteln die beobachteten Thatsachen genügende Beleuchtung erfahren haben. Die quantitative Zusammenstellung der Planktonfänge liegt zwar noch nicht vor, doch verdanke ich dem freundlichen Entgegenkommen des sie bearbeitenden Herrn Professor Dr. C. Apstein eine Anzahl von Angaben, die ich nach den von G. Schott[1]) bereits früher gegebenen, ebenfalls von Apstein erhaltenen Daten für einige andere Stationen ergänze. — Alle Zahlen beziehen sich auf das unter 1 qm Oberfläche bis zu der angegebenen Tiefe enthaltene Planktonvolumen, auf ganze ccm abgerundet. Die Differenzen einiger meiner Zahlen gegenüber den bei Schott angegebenen beruhen nach freundlicher Mitteilung von Herrn Professor Apstein darauf, daß an verschiedenen Stationen mit mehreren Netzen und aus verschiedenen Tiefen gefischt ist.

(Siehe Tabelle S. 475 und 476.)

Versucht man das hier gegebene Zahlenmaterial mit den uns bereits bekannten wechselnden Verhältnissen der Strömungen, Landnähe, Auftriebgebiete u. s. w. in Beziehung zu setzen, so ist als ein Hauptresultat voranzustellen, daß überall organisches Leben festgestellt werden konnte. Der Reichtum freilich ist sehr verschieden.

Setzt man, um für die Vergleichung bequemere Zahlen zu haben, die im Golfstrom gefundene Menge (Station 11) gleich drei, so bleibt diese Zahl für die Canarenströmung erhalten und wechselt auch erst nach Ueberschreitung der Höhe von Cap Verde im Guineastrom, wo sie auf 15, dann auf 18 steigt. Das kurze in den letzten Ausläufern des Benguelastromes liegende eingeschobene Stück Weges zeigt eine annähernde Verdoppelung der Menge auf 31, dann 30, 25. Mit dem Rücktritt in den Guineastrom fällt plötzlich der Planktongehalt auf 12 und bleibt auch trotz der Nähe des Landes im neritischen, reichhaltigen Plankton auf dieser

1) Schott, Tiefsee-Expedition, Bd. I, S. 230.

Station No.	Geographische Breite	Geographische Länge	Temperatur an der Oberfläche	Tiefe des Fanges in m	Menge pro 1 qm in ccm	Qualitative Beschreibung des Netzfangs
14	43° 32′,1 N.	14° 27′ W.	20,1°	200	34	[illegible] Wasserraten.
32	21° 43′,4 N.	17° 1′,3 W.	24,0°	200	27	[illegible] ebenso; *Ceratium tripos* und vereinzelte langarmige Ceratien.
39	14° 39′,5 N.	21° 51′,8 W.	27,3°	200	34	kurzes Peridineenplankton.
41	8° 58′ N.	16° 27′,9 W.	25,4°	200	150	Schizophyceenplankton und langarmige Ceratien.
43	6° 29′ N.	14° 35′,5 W.	26,0°	200	177	der am meisten tropische Fang mit *Ceratium Candelabrum*, *C. Tenerifae*, *C. Vultur*, langarmige Ceratien.
46	1° 27′,8 N.	10° 16′,5 W.	23,6°	200	313	kurzes Peridineenplankton überwiegend.
48	0° 0′,3 S.	8° 20′,5 W.	23,6°	200	299	ausschließlich kurzes Peridineenplankton.
49	0° 20′,2 N.	6° 15′ W.	23,4°	200	245	ebenso.
55	2° 30′,5 N.	3° 27′,5 O.	24,7°	200	122	Diatomeen herrschen vor; von Peridineen [illegible] Ceratien.
58	3° 31′ N.	7° 25′,6 O.	25,3°	200	122	neritisches Diatomeenplankton mit vielen verschiedenen Ceratien.
64	0° 25′,8 N.	7° 0′,3 O.	24,6°	200	184	langarmige Ceratien überwiegen, daneben Coscinodiscoideen, *Guinardia*.
67	5° 6′,2 S.	0° 58′,6 O.	24,1°	200	320	Diatomeen-Kettenformen vorherrschend.
68	5° 47′,4 S.	11° 30′,8 O.	23,9°	140	204	langes und kurzes Peridineenplankton.
72	7° 16′,8 S.	11° 8′,1 O.	23,9°	200	347	Diatomeen und Peridineen.
78	16° 38′,7 S.	11° 11′,1 O.	16,1	18	5440	fast ausschließlich neritische Diatomeen.
83	25° 25′,3 S.	6° 12′,4 O.	16,5°	200	95	vorherrschend Diatomeen, daneben lange und kurze Ceratien.
86	28° 28′,8 S.	6° 13′,9 O.	16,1°	200	41	Diatomeen und Peridineen, einzelne neritische Arten.
90	33° 20′,3 S.	15° 58′,2 O.	16,5°	200	500	vorherrschend Schattenformen in dem nur 54 ccm betragenden mikroskopischen Plankton.
93	33° 43′,6 S.	18° 4′,2 O.	15,6°	90	870	neritische Diatomeen herrschen unbedingt vor.
106	35° 26′,8 S.	20° 56′,2 O.	16,9°	80	354	ebenso.
108	35° 19′,3 S.	20° 15′,3 O.	16,6°	100	129	Diatomeen ebenso, Peridineen erheblich vermehrt.
117	37° 31′,2 S.	17° 1′,6 O.	16,9°	200	48	vereinzelte kurze Peridineen und wenig Diatomeen.
123	49° 7′,5 S.	8° 10′,7 O.	3,2	200	1224	*Corethron Valdiviae*-Plankton.
127	54° 29′,3 S.	3° 43′ O.	0,5°	200	333	typisch antarktisches Diatomeen- und *Phaeocystis*-Plankton.
139	55° 1′ S.	21° 34′ O.	— 1,0°	200	129	Coscinodiscoideen herrschen vor.
149	62° 20′,6 S.	53° 21′,6 O.	— 1,6°	200	1238	*Chaetoceras criophilum*, *Fragilaria antarctica*, *Thalassothrix antarctica* und *Rhizosolenia* herrschen vor.
161	48° 57′,8 S.	70° 6′,6 O.	4,6°	70	300	neritische *Rhizosolenia curvata* herrscht vor, daneben *Chaetoceras*.
168	36° 11′,3 S.	78° 15′,5 O.	16,5°	100	2747	vorherrschend Rhizosolenien, eine kleine *Syndra* neritisch, *Chaetoceras* und längere Ceratien daneben.
169	34° 13′,6 S.	80° 30′,9 O.	17,1°	100	887	Diatomeen und längere Ceratien; unter Schattenformen spärlicher.
170	32° 53′,4 S.	83° 1′,9 O.	19,3°	100	126	kurzes Peridineenplankton herrscht vor.
171	31° 46′,4 S.	84° 55′,7 O.	19,7°	100	455	unbestimmtes Plankton; verschiedene Peridineen und Diatomeen.
172	30° 6′,7 S.	87° 50′,4 O.	20,4°	100	55	Diatomeen fehlen an der Oberfläche, längere und kürzere Ceratien vorherrschend.
174	27° 58′,1 S.	91° 10′,2 O.	22,6°	100	48	vorherrschend *Hemiaulus Hauckii*, Schattenformen und verschiedene Ceratien.
175	26° 3′,6 S.	93° 13′,7 O.	23,0°	100	196	*Hemiaulus* und große Rhizosolenien, zahlreiche verschiedene Ceratien.
181	12° 8′ S.	96° 15′,7 O.	27,7°	50	31	Peridineen Warmwasserformen.
182	10° 8′,2 S.	97° 11′,9 O.	27,9°	100	79	typisch tropisches Peridineen- und Diatomeenplankton.
190	0° 58′ S.	90° 13′,2 O.	29,3°	20	354	Schizophyceen an der Oberfläche; neritische Schattenflora sehr reich.
215	7° 1′,2 N.	85° 50′,5 O.	26,4°	200	68	oceanisches Plankton; Peridineen [illegible] Schattenflora.
220	1° 57′ S.	73° 19′,1 O.	27,6°	200	61	ebenso.

Station No.	Geographische Breite	Geographische Länge	Temperatur an der Oberfläche	Tiefe des Fanges in m	Menge pro 1 qm in ccm	Qualitative Beschaffenheit des Phytoplanktons
226	1° 5′,8 S.	70° 1′,9 O.	27.3°	200	103	*Rhizosolenia* vorherrschend, reiches Diatomeen- und Peridineenplankton.
231	3° 24′,6 S.	58° 38′,1 O.	27.1°	200	95	*Rhizosolenia* stark vorherrschend, daneben lange Ceratien und *Chaetoceras*.
236	4° 38′,6 S.	51° 16′,6 O.	27.7°	200	136	lange und kurze Ceratien, wenig Diatomeen.
250	2° 58′,8 N.	47° 6′,1 O.	27.5°	200	272	kurze schwere Ceratien vorherrschend.
208	0° 6′,1 N.	53° 41′,2 O.	27.3°	200	75	Peridineen überwiegen oben, unten ziemlich reiche Schattenflora, aber ohne *Gossleriella*.

Zahl stehen. Erst in dem als indifferent bezeichneten Wasser, das zum Niger, Kongo und Benguelastrom Beziehungen haben soll, hebt sich die Menge wieder auf 18 und 33, fällt vor dem Kongo auf 20, um mit Erreichung der Auftriebzone auf 35 und in der Großen Fischbai, trotz der geringen Wassertiefe von nur 18 m, auf die niemals beobachtete Höhe von 544 anzuschwellen.

Im Benguelastrom fällt das Volumen alsdann wieder auf 10 und sinkt am Rande des südatlantischen Stromstillengebietes sogar auf 4 hinab; dabei ist die Temperatur des Wassers genau die gleiche wie in der Großen Fischbai. Im südlichen Benguelastrom kommt dem Planktonvolumen die Zahl 60 zu, jedoch ist die Menge mikroskopischen Materials darin nur auf 5 zu bewerten. Auf das neritische Plankton der Agulhasbank entfallen an den verschiedenen Stationen 87, 35 und 13 als Verhältniszahlen der beobachteten Volumina. Der Beginn jener Benguelaströmung, die im Guinea-Golf eine erste erhebliche Planktonmenge aufzuweisen hatte, führt nur die Ziffer 5, bei einer Temperatur von 16,9°.

In der Antarktis tritt gleich zu Anfang jene Mikrosporen führende *Corethron Valdiviae*-Station mit dem ansehnlichen Volumen 122 auf, es folgen die Zahlen 33, 13, 124, ohne daß bestimmte Beziehungen hier zu entdecken wären. Das neritische Kerguelenplankton beziffert sich auf 30.

Eine völlig unerwartete Anschwellung des Planktonvolumens auf 275 nördlich von Neu-Amsterdam bei Station 168 läßt nach der Natur des Oberflächen- und Tiefenplanktons einmal neritischen Einfluß, zweitens Auftriebströmung vermuten, da Tiefenformen bis an die Oberfläche gelangt sind, und das vorwiegende Auftreten einer kleinen *Syndra*, die nicht zu den sonst gefundenen Planktonten gehört, nur auf den Einfluß einer Küste zurückgeführt werden kann. Als solche kommt natürlich nur Neu-Amsterdam in Betracht. Diese vermutliche Auftriebzone inmitten des Stromstillengebietes muß eine größere Ausdehnung besitzen, denn auch Station 169 weist die hohe Volumenzahl 89 auf, und auch hier war zu bemerken, daß die reich entwickelte Schattenflora von *Coscinodiscus*, *Asteromphalus* (*Actinocyclus*) und besonders *Planktoniella* in die Zone von 60—20 m unter der Oberfläche hineinreichte. Ob die sonst nicht in der Weise zu beobachtende Knickung der Temperaturkurve auf der Schott'schen Tafel für Station 168[1], die von 700 m bis 100 m steiler aufwärts führt, also relativ niedriger bleibende Temperaturen angiebt, als dem Verlaufe von 1000 m bis 700 m entspricht, etwa auf emporsteigendes Tiefenwasser hinweisen könnte, mag hier nur angedeutet sein. — Bei Station 170 fällt die Zahl auf

[1] G. SCHOTT, Tiefsee-Expedition, Bd. I, Taf. XIX, Temperaturreihe No. 30.

13 ab. Weitere Stationen des Stromstillengebietes zeigen wieder ansehnlichere Volumina, 10 und 55, aber mit Eintritt in die Südäquatorialströmung findet man nur die Zahlen 5 und 20, sie gehen schließlich sogar auf 3 und 8 herunter. In der Küstenregion Sumatras erreicht das neritische Plankton freilich ansehnlichere Werte, so steigt das Volumen Station 140 auf 35. Das oceanische Plankton in der Bai von Bengalen beziffert sich dagegen nur auf 7, zwischen Malediven und Chagos-Archipel auf 6. Es folgen unbedeutendere Schwankungen der bald vorwiegend Diatomeen, bald Peridineen enthaltenden Planktonmenge von 16, 10 und 11 auf der Fahrt über die Seyschellen an die afrikanische Küste; freilich sind nur oceanische Planktonstationen herausgegriffen. Ebenso sind die Stationen 250 nahe der ostafrikanischen Küste, mit dem Volumen 27, und Station 268, etwas weiter entfernt von ihr, mit der Menge 8, unter dem Einfluß des NO.-Passates, im Grunde genommen, von oceanischem Charakter.

Aus der Uebersicht läßt sich einmal der Schluß ziehen, daß die größten Fänge stets vorherrschend Diatomeen aufzuweisen haben oder ausschließlich aus solchen bestehen, daß die Stationen mit vorherrschendem Peridineenplankton meist nur mittlere Werte erreichen. Nun sind ja die Eigenschaften dieser beiden Klassen von Planktonten oben dahin erklärt worden, daß einmal in Bezug auf die Temperatur die Peridineen den höheren Temperaturen besser angepaßt sind, während die Diatomeen mindere Empfindlichkeit zeigen und im kalten Wasser der geringeren Konkurrenz wegen durchaus vorherrschen, daß zweitens in Hinsicht der Beziehungen zwischen Wachstum und Ernährungsbedingungen die Diatomeen eine unbegrenzt scheinende Vermehrungsfähigkeit und damit schnelle Aufarbeitung der vorhandenen Nährstoffmenge als charakteristische Eigenschaft aufweisen, während langsames, gleichmäßiges Wachstum mehr den Peridineen eignet. — Aus diesen Tatsachen läßt sich aber noch nicht jeder Zug in dem Bilde der Verteilung hinreichend erklären; man müßte sonst annehmen dürfen, im neritischen — also vorwiegend aus Diatomeenformen bestehenden — Plankton, wo ja Nährstoffe vom Lande her reichlich zur Verfügung stehen, auch jedesmal sehr erhebliche Volumina zu finden. Das ist zwar häufig, aber nicht durchweg der Fall; z. B. in der Kamerunbucht ist das Volumen des sehr mannigfaltigen Phytoplanktons gering, weit geringer als im Südäquatorialstrom, der ihr darin um mehr als das Doppelte überlegen ist. Es kommen also noch weitere Faktoren in Betracht, und das sind vor allem anderen die Strömungen und zwar die Vertikalströme.

Vorkommen von Vertikalströmungen und ihr Einfluss.

Hier muß noch einmal auf den bereits vorher beim Vergleich des atlantischen und indischen Phytoplanktons im Anschlusse an G. Schott[1]) dargestellten Kreislauf der großen Meeresströmungen zurückgegriffen werden. Eine Frage ist nach der vorher gegebenen Uebersicht noch nicht berührt, die nämlich, wo denn eigentlich der große Ueberschuß warmen Wassers verbleibt, den der Golfstrom aus den beiden Aequatorialströmen nach Norden entführt. Dieses warme

1) G. Schott, Tiefsee-Expedition, Bd. I, S. 162ff. O. Pettersson, Die hydrographische Untersuchung des Nordatlantischen Oceans 1895–96. Petermann's Mitteil., Bd. XLVI, 1900, S. 1ff.

Wasser wird nach und nach durch Verdunstung salzreicher, also schwerer werden, es erleidet außerdem eine langsame Abkühlung, die das specifische Gewicht wiederum erhöht, also nimmt es im weiteren Verlaufe eine absteigende Richtung ein. Dies absteigende Golfstromwasser ist, obgleich es sich bereits gegen seinen Ursprungsort merklich abgekühlt hat, immer noch erheblich wärmer, als es der inzwischen erreichten höheren Breite und größeren Tiefe entsprechen würde. Es wird also als erwärmender Faktor wirken müssen. Auf diesen relativ warmen absteigenden Wassermassen beruht die höhere Bodenwärme des Nordatlantischen Oceans gegenüber dem Südatlantischen und Indischen Ocean auf gleichen Breitengraden[1]). Dieses Wasser muß dann am Boden entlang oder jedenfalls in großer Tiefe äquatorwärts zurückkehren, um wieder in den Kreislauf einzutreten.

Worauf es hier ankam, war der Nachweis absteigender wärmerer Wassermengen, die gewissermaßen als Kompensation der bereits betrachteten aufsteigenden kälteren Vertikalströmungen im Gesamtkreislauf betrachtet werden können. Wie diese an den im Verhältnis zu ihrer Umgebung geringeren Temperaturgraden erkannt werden, so jene an der von ihnen verursachten Temperaturerhöhung; die relativen Temperaturen sind als Kriterien für vertikale Wasserströme also an erster Stelle zu berücksichtigen. Bevor nun auf die Bedeutung der Vertikalströmungen beider Richtungen für das Phytoplankton eingegangen werden kann, wäre es notwendig, zu zeigen, wo im Laufe der „Valdivia"-Expedition derartige Ströme sich bemerkbar gemacht haben.

Nun mußten Auftriebströmungen schon vielfach erwähnt werden, da die Fahrt im Atlantischen Ocean gerade durch die ausgedehntesten Auftriebgebiete an der nordwest- und südwestafrikanischen Küste ging. Sie waren durch ihre starke negative Temperaturanomalie charakterisiert und zeigten eine außerordentliche, in einzelnen Fällen geradezu erstaunliche Massenentwickelung ihres qualitativ verarmten Phytoplanktons. — Wo die entgegengesetzt gerichteten absteigenden Vertikalströme beobachtet sind, ergiebt sich aus der oceanographischen Bearbeitung der Expedition. Schott[2]) sagt: „Das (warme) Oberflächenwasser mancher Meeresgegenden wird, vorzugsweise an den Luvküsten tropischer Windgebiete, durch direkte mechanische Wirkung des Windes oder auch der Strömungen aufgehäuft und muß, wenigstens zum Teil, abwärts durch Niedersinken in die Tiefe entweichen." Er bezeichnet als ein derartiges „Abtriebgebiet" die Bucht von Kamerun. Das oben aufgestellte Kriterium für absteigende Warmwassermassen: die Erhöhung der Tiefentemperatur gegenüber entsprechenden Orten ohne Wasserabtrieb, ist in der That vorhanden. Denn das Profil V, Taf. XXX bei Schott, welches das Querschnittsbild des Atlantischen Oceans in 1—2° N. Br. giebt, läßt ein deutliches Absteigen der Linien gleicher Temperatur an der Kamerunküste erkennen. Die Ursachen weist Schott hier in der Richtung der Guineaströmung nach, deren Eindrängen in die Kamerunbucht von den vorherrschenden südlichen Winden und dem Südwestmonsun wesentlich unterstützt wird, so daß ein Rückfließen ausgeschlossen ist, und ein Niveau-Ausgleich nur durch Abtrieb in die Tiefe möglich wird.

Ein schwächerer ähnlicher Austausch trat im Verlaufe der „Valdivia"-Reise noch bei Sumatra[3]) in Erscheinung. Man wird aber wohl annehmen müssen, daß zur Zeit des indischen

1) G. Schott, l. c. S. 169. — H. Mohn, Petermann's Mitteil., Ergänzungsbd. XVII, 1885, Heft 79, S. 15 ff.
2) G. Schott, l. c. S. 172.
3) Derselbe, l. c. S. 174, Taf. XI und Profil VI, Taf. XXX.

Südwestmonsun, wo die Wassermassen gegen die ihrem Verlaufe quer oder schräg vorgelegte Insel anprallen, hier eine stärkere Anstauung und entsprechend größere Ausdehnung in die Tiefe zu finden ist.

Für uns erhebt sich jetzt die Frage nach der Bedeutung derartiger vertikaler Wasserbewegungen für die Entwickelung des Phytoplanktons. Zwei Veröffentlichungen von A. Nathansohn[1]) beschäftigen sich eingehend mit ihrer Beantwortung, und wir wollen seine Ausführungen einmal genauer ansehen.

Nathansohn wendet sich zunächst gegen die bekannte Stickstoffhypothese von K. Brandt, der annahm, daß Stickstoff der im Minimum zur Verfügung stehende Nährstoff für das Phytoplankton sei, daß die Phytoplanktonmenge also mit Vermehrung des Stickstoffgehaltes steigen müsse. Den besonders von der Plankton-Expedition festgestellten größeren Reichtum kalter Meere an Phytoplankton gegenüber den Tropenmeeren suchte Brandt dadurch zu erklären, daß die andauernd von den Flüssen ins Meer entführten Ammoniak-, Nitrit- und Nitratmengen in den wärmeren Meeren alsbald zersetzt und verbraucht werden. Die ammoniakalischen Verbindungen werden durch nitrifizierende Bakterienarten, welche Ammoniak zu Salpetriger- und Salpetersäure oxydieren, verändert, die Nitrite und Nitrate dann durch denitrifizierende andere Bakterienformen unter Abscheidung gasförmigen Stickstoffes zerstört. Durch niedrige Temperaturen dagegen wird die Thätigkeit der denitrifizierenden Organismen vermindert oder völlig lahmgelegt, so daß die Nitrite und Nitrate erhalten bleiben und dem Phytoplankton als Nahrung dienen können.

Diese zunächst hypothetischen Sätze waren dann von Brandt oder auf seine Anregung hin[2]) näher geprüft worden, und es hatte sich das Vorkommen denitrifizierender Arten in der Ostsee, an der holländischen Küste und überhaupt in wohl allgemeiner Verbreitung nachweisen lassen. Auch die erwartete Beeinflussung ihrer Thätigkeit durch die Temperaturdifferenzen konnte bestätigt werden. Dagegen liefen die Versuche, nitrifizierende Bakterien ebenso häufig im Meere zu finden, zunächst nicht völlig befriedigend ab.

Durch die Beobachtung[3]), daß eine dritte Gruppe von Stickstoffbakterien, die stickstoffbindenden *Azotobacter*- und *Clostridium*-Arten, eine ziemlich allgemeine Verbreitung besitzen, sich auch an der Meeresoberfläche vorfinden, wäre eine weitere Stickstoffanreicherung gegeben, deren Umfang und Bedeutung freilich vorläufig nicht hinreichend geklärt erscheint.

Nathansohn stützt seine Einwendungen vor allem auf den nicht genügend durchgeführten Nachweis nitrifizierender Bakterien, die er in Neapel stets mit durchaus negativem Erfolg gesucht habe (S. 366); ebensowenig habe er im Golf von Neapel stickstoffbindende Arten nachweisen können (S. 432). In der Ostsee erhaltene Resultate seien nur mit Vorsicht zu verallgemeinern (S. 367). Außerdem sei die Denitrifikation des Meeres durchaus nicht notwendig, da in den an Ammoniak reichsten Küstenregionen eine ständige Abgabe des Gases an das Land stattfinden

1) A. Nathansohn, Vertikale Wasserbewegung und quantitative Verteilung des Planktons im Meere. Sonderabdruck Ann. d. Hydrobiologie u. maritimen Meteorologie, 1906. — Derselbe, Ueber die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere. Abh. Sachs. Ak. d. Wiss. Math.-phys. Kl., Bd. XXIX, 1906, S. 359.

2) Die betreffenden Arbeiten von Brandt, Bauer, Gran finden sich im Literaturverzeichnis zum Antarktischen Phytoplankton vollständig aufgeführt, l. c. S. 133.

3) W. Benecke und J. Keutner, Stickstoffbindende Bakterien etc. Ber. D. Bot. Ges., Bd. XXI, 1903, S. 333. — J. Keutner, Die zur Ernährung der Meeresorganismen disponiblen Quellen an Stickstoff. Ibid. S. 371. — K. Brandt, Bedeutung der Stickstoffbindungen etc. l. c. Beih. Bot. Centralbl., Bd. XVI, 1904, S. 383. — J. Keutner, Vorkommen und Verbreitung stickstoffbindender Bakterien im Meere. Wiss. Meeresunters., N. F. Bd. VIII, Kiel 1904.

müsse, wo es vom Erdboden gebunden werde (S. 364, 365); auch seien die Küsten bewohnenden Algen im stande, verhältnismäßig große Mengen von salpetersauren Salzen zu speichern (S. 368). Der Gegensatz zwischen kalten und warmen Meeren dürfe nicht ausschließlich als ausschlaggebend betrachtet werden, denn die Resultate der „Challenger“- und „Plankton“-Expeditionen zeigten auch in den äquatorialen Breiten wiederum ein bedeutendes Anschwellen der Planktonmenge, eine Thatsache, die man weder zur Küstennähe, noch zur Wassertemperatur in Beziehung zu bringen im stande sei (S. 369). Ebenso vermöge man die Thatsache, daß nach Ablauf des jährlichen Frühjahrsmaximums der Diatomeen im offenen Meere nur an den Stromgrenzen eine intensive Diatomeenentwickelung fortdauere, nicht lediglich durch Temperaturdifferenzen zu erklären (S. 370).

Zunächst sei hier eingeschaltet, daß die beiden ersten angeführten Einwendungen von Nathansohn hinfällig sind. Es ist inzwischen gelungen, den einwandfreien Nachweis für das Vorkommen nitrifizierender Bakterien im ganzen Bereich des Golfes von Neapel zu führen[1]; freilich waren Nitratbildner nur in nächster Nähe der Küste zu finden, Nitritbildner dagegen waren noch 2 km vom Lande entfernt vorhanden, ebenso fanden sie sich in Schlammproben von Helgoland, und zwar stets in den obersten Schlicklagen. Der negative Erfolg Nathansohn's ist auf ungeeignete Nährlösung zurückzuführen. Desgleichen ergab sich[2], daß *Azotobacter* ebenfalls im Busen von Neapel zu finden ist und daß Nathansohn's Versuche, ihn nachzuweisen, aus demselben Grunde wie oben fehlschlagen mußten. Somit ist die Brandt'sche Stickstoffhypothese durch diese Gegengründe noch nicht entkräftet worden. Endlich ist ja durch die zunächst freilich nur für die Ostsee gültigen Untersuchungen von M. Keding[3] das häufigere Vorkommen von *Azotobacter* auf bodenbewohnenden Meerespflanzen wie der euryhaline Charakter des Organismus festgestellt worden, so daß seiner ganz allgemeinen Verbreitung im Meere keine Hindernisse entgegenstehen.

Demnach hat es vorläufig auch keine Bedeutung, auf die Stichhaltigkeit der Behauptung Nathansohn's, daß die weitaus größte Stickstoffmenge bereits an der Küste dem Meere in Form von Ammoniakgas oder durch salpeterspeichernde Algen wieder entrissen werde, näher einzugehen, besonders da jeder Versuch eines Vergleiches mit den von Brandt angegebenen Zahlen für die Stickstoffabgabe von seiten der Kontinente vermieden ist. Bei den bedeutenden Entfernungen vom Lande, in denen das Wasser der großen Ströme von dem Meerwasser noch deutlich unterschieden werden kann, und bei dem enormen Oberflächenareal, das solches Flußwasser überdeckt (vergl. z. B. Schott, l. c. S. 213), wäre die Behauptung Nathansohn's jedenfalls genauer zu belegen gewesen, wenn ihr eine erheblichere Beweiskraft beigemessen werden sollte.

Als berechtigt erweisen sich aber Nathansohn's Einwendungen gegen die ausschließliche Betonung der Temperaturdifferenzen des phytoplanktonreichen und -armen Meerwassers. Bei einem Vergleich der vorhin für die „Valdivia“-Fänge angegebenen Verhältnisse zeigt sich ja, daß die beiden Maximalfänge bei Temperaturen von ca. 16° erhalten waren, daß freilich dem antarktischen Kaltwasser ebenfalls bedeutende Massen eigen sind, und daß in den wärmeren Meeren sehr kom-

1) Peter Thomsen, Ueber das Vorkommen von Nitrobakterien im Meere. Ber. D. Bot. Ges., 1907, S. 16.
2) W. Benecke, Stickstoffbindende Bakterien aus dem Golfe von Neapel. Ibid. S. 1.
3) M. Keding, Weitere Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien. Wiss. Meeresunters., N. F. Bd. IX, Kiel 1906, S. 275.

plizierte Verhältnisse vorhanden sein müssen, wenn das Planktonvolumen jedesmal den genauen Ausdruck dafür abgeben soll.

Wenn nun NATHANSOHN[1]) den vertikalen Wasserbewegungen eine ausschlaggebende Bedeutung für die Planktonproduktion zuerkennen zu dürfen glaubt, so ist dasselbe [illegible] früher hervorgehoben worden. So schreibt A. PULL[2]): „Bevor wir unsere Betrachtung über die Verbreitung und den Einfluß des kalten Auftriebwassers an der Ostseite des Nordatlantischen Oceans und der benachbarten Meeresteile beendigen, möchte ich nicht unterlassen, noch auf die große Bedeutung hinzuweisen, welche das Auftriebwasser hier sowohl als an allen Küsten niederer Breiten für die Entwickelung der Meeresfauna hat. Kein Wasser im Ocean wimmelt so von Leben als das Auftriebwasser tropischer Breiten. Ein an Bord geschöpfter Eimer Wasser ist meist ganz trübe von lebenden Organismen, der Nahrung zahlloser Fische, welche ihrerseits den Hauptunterhalt der Küstenbewohner bilden. Die Fruchtbarkeit des Meeres muß an den meisten Auftriebküsten die Unfruchtbarkeit (Trockenheit) des Landes ersetzen" etc. (Sperrung von mir.)

Und noch mehr sind die gerade für uns in Frage stehenden Beziehungen zwischen Vertikalströmungen und Phytoplanktonernährung von NATTERER[3]), freilich ohne speciellen Hinweis auf diese Folgerungen, aufgedeckt worden. Einige Seiten vor der von NATHANSOHN citierten Stelle heißt es: „Dort, wo die Verengerung des südlichen Ionischen Meeres beginnt, und wo sich dem aus Westen kommenden Meeresstrom der steile, von Südwest nach Nordost streichende unterseeische Abhang des Plateaus von Barka in den Weg stellt, wurden — im ersten Expeditionsjahre — an der Oberfläche des Meeres ebenso hohe Werte für salpetrige Säure gefunden, wie sonst nur in großen Tiefen. Dieses Oberflächenwasser war eben wahrscheinlich vor relativ kurzer Zeit in der Tiefe gewesen und nur durch die von Westen immerfort nachrückende Wassermasse an diesem einseitigen steilen Ufer emporgedrückt worden.

Etwas ganz Analoges zeigte sich zwischen Rhodus und Kleinasien, wo man also auch annehmen kann, daß Tiefenwasser, diesmal aus dem Meere zwischen Kleinasien und dem Nildelta stammend, emporgedrückt wird."

Es bleibt jedoch NATHANSOHN's unbestrittenes Verdienst, die ganze oceanographische, auf botanischer Seite wenig bekannte Litteratur durchgearbeitet zu haben, um von allen Seiten her die Bausteine für eine festere Fundamentierung der die ausschlaggebende Bedeutung von Auftriebströmen für Planktonernährung illustrierenden Beobachtungen herbeizutragen.

Nach allem, was wir vorher gesehen haben, sind ja die oberen 200—400 m die einzigen produktiven Schichten der Weltmeere; hier allein wird die Nahrung für alle tiefere Zonen bewohnenden Organismen bereitet. Diesen Wasserschichten werden also andauernd die zum Aufbau der Zellen, der Wände sowohl wie ihrer Protoplasmaleiber, notwendigen Baustoffe entnommen. Sie müssen demnach schließlich ärmer daran werden. Das geht ja schon daraus hervor, daß die großen Wucherungsperioden der Diatomeen plötzlich wegen Erschöpfung der Nährstoffe ab-

1) l. c. Annalen d. Hydrographie etc., S. 2, und Abh. d. Akad., l. c. S. 372.
2) A. PULL, Das kalte Auftriebwasser etc., l. c. S. [illegible]
3) K. NATTERER, Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeer, l. c. S. 7[illegible]. (Sperrung von mir.)

brechen. Ebenfalls ist schon wiederholt dargethan, daß die absterbenden und abgestorbenen Zellen langsam in die Tiefe versinken, daß nicht alle Ueberreste den Grund erreichen, sondern bereits früherer Auflösung anheimfallen (cf. Antarkt. Phytopl., S. 11—13). Es wird also die Summe der den oberen 400 m entzogenen Baustoffe auf alle tieferen Schichten verteilt, ein immerhin sehr ansehnlicher Betrag wird am Meeresboden erst seine einstweilige Ruhe finden. Wo sich nun Verhältnisse derart einstellen, daß Wassermassen der tieferen Schichten nach oben zur Kompensation oberflächlicher Ableitung emporgezogen werden, wie an der südwestafrikanischen Küste, Großen Fischbai etc., oder wo — wie es nach NATTERER für das Ionische Meer und für die vorher erwähnten Stationen der „Valdivia"-Expedition bei Neu-Amsterdam der Fall sein dürfte — durch Konfiguration des Meeresbodens das Wasser eines Tiefenstromes zum Emporsteigen gezwungen wird, da bringt es die in die Tiefe gesunkenen Baustoffe wieder mit an oder dicht unter die Oberfläche empor. Und unter dem Einflusse des Lichtes und der durch solches Auftriebwasser geförderten Ernährung tritt an solchen Orten eine sehr viel stärkere Vermehrung ein, als wie sie ohne den Vertikalstrom möglich sein würde. Derartige Stellen bilden also die Bedingungen für Planktonmaxima.

Andererseits ist an solchen Orten, wo durch Warmwasseranstau eine absteigende Wasserbewegung stattfindet, ungefähr das Gegenteil zu beobachten. Die in tiefere Lagen hinabgedrückten Wassermassen der Oberfläche sind alle gleichmäßig verarmt, und da die Anstau bewirkende Luftbewegung nur immer weitere Oberflächenschichten zum Ersatz herbeizubringen vermag, die ihrerseits gerade so nährstoffarm sind, so tritt an solchen Orten eine besondere Verminderung des Planktons auf. Der plötzliche Abfall der Volumina in dem Abtriebgebiet der Kamerunbucht trotz der Nähe des Landes ist ein gutes Beispiel; es wurde hier durch die gegen das Land stehende Strömung und Windrichtung immer neues nährstoffarmes Wasser herangetrieben, jeder Zufluß von der nährstoffreichen Küste her aber verhindert.

Da vorher bereits gezeigt worden ist, daß die Thermoisobathen, also die Tiefenlinien gleicher Temperatur, nicht von den Polen gleichmäßig gegen den Aequator hinabsinken, sondern vielmehr etwa von den Grenzen des Tropengebietes (den Roß-Breiten) ab gegen den Aequator hin wieder ansteigen, so ist die größere Planktonmenge in den äquatorialen Oberflächenschichten leicht zu erklären.

Ein nährstoffreiches, kühleres Tiefenwasser befindet sich in nur sehr geringer Entfernung — im Atlantik oft weniger als 50 m — unter der warmen Decke, und da es zum Teil, wie bereits angeführt wurde, zur Kompensation mit in den Oberflächenstrom einbezogen wird, trägt es zu dessen besserer Versorgung mit Nährstoffen erheblich bei. Damit ist die Möglichkeit für eine gegen den Aequator hin ansteigende Planktonmenge gegeben[1]), im Vergleich mit denjenigen Breitengraden, unter denen die Thermoisobathen ihren Tiefstand erreichen. Daß diese letzteren Gegenden gleichzeitig die Orte sind, an denen durch starke Verdunstung die Salinität der Oberflächenschichten zuzunehmen beginnt, und der langsame Abstieg der Wassermassen in dem großen thermischen Gesamtkreislauf seine Anfänge zeigt, kann die Erscheinung der hier herrschenden Planktonarmut nur noch schärfer hervortreten lassen.

Auf der häufig angezogenen Karte XXXIX von SCHOTT sind diese Gebiete als die Stromstillen bezeichnet; es ist im Nordatlantik das durch seine Planktonarmut seit der HENSEN'schen

1) Vergl. [illegible] S. 475, 476 gegebenen Zahlen.

Expedition hinreichend bekannt gewordene Sargassomeer; im Südatlantik fällt von der „Valdivia“-Expedition die besonders arme Station 86 in das Stromstillengebiet, und im Südindischen Ocean entspricht die ebenso arme Station 174 dieser Lage; die weit reicheren Fänge 171/2 müssen zur Zeit unbekannten, vermutlich durch die Bodenkonfiguration bedingten lokalen Verhältnissen zugeschrieben werden.

In der genannten Abhandlung von NATHANSOHN finden sich nun durch genaue Vergleichung der einschlägigen Litteratur einige schwierigere Specialfälle großen Planktonreichtumes auf Auftriebströmungen zurückgeführt. Im Irmingermeer fand die HENSEN'sche-Expedition das größte ihr begegnete Planktonvolumen mit 2410 ccm auf 1 qm Oberfläche bis zu 400 m Tiefe[1]. Irmingersee und der südliche Teil der Davisstraße bilden nach den Angaben von PETTERSSON[2] ein zusammengehöriges Wassergebiet, das im Osten vom Irmingerstrom, im Westen vom Polarstrom umflossen wird. „Zugleich dringt von Südosten her eine breite Zunge salzigen atlantischen Wassers, der westlichste Arm der Golfstromtrift, vor, erst an der Oberfläche, dann als Unterstrom. Durch Kontakt dieser Meeresströmungen mit dem Wasser und Eis des Polarstromes und dem wärmern und salzigern Wasser des Atlantischen Oceans bildet sich ein Mischwasser von einem Salzgehalt zwischen 34 ‰ und 35 ‰, welches das ganze westatlantische Gebiet von der Oberfläche bis zum Grunde füllt.“ NATHANSOHN[3] fügt hinzu: „Diese Gleichmäßigkeit der Konzentration ermöglicht nun eine thermische Vertikalcirkulation, die sich bis auf den Meeresgrund erstreckt. Das findet in der Thatsache seinen Ausdruck, daß die Temperatur der Oberfläche dieses Gebietes in allen Jahreszeiten fast konstant bleibt.“ Was für uns das Wesentliche darstellt, ist, daß diese Vertikalcirkulation fortdauernd das nährstoffreiche Grundwasser wieder der belichteten Oberfläche zuführt und damit die große Planktonmenge andauernd mit neuen Nährstoffen versorgt und erhält.

Ein zweiter, bisher schon oft beobachteter, aber noch nicht hinreichend erklärter Fall besonderen Planktonreichtumes liegt, wie oben schon kurz angeführt worden ist, an den Grenzen zweier in entgegengesetzter Richtung aneinander vorbeifließender schneller Meeresströme[4] vor. Die Ströme müssen stets Wasserteile des zwischen ihnen verbleibenden ruhenden Grenzgebietes mit sich reißen und dadurch Kompensationen von unten herbeiführen.

Fließen solche Strömungen nun aber in mehr weniger Nordsüd- oder Südnordrichtung, so gelangen sie durch die Erdrotation und den verschieden großen Abstand der polaren und der äquatorialen Punkte der Erdoberfläche von der Rotationsachse im ersteren Falle in Gebiete mit zunehmender, im anderen Falle in solche mit abnehmender absoluter Bewegung im Raume, während ihnen vermöge der Massenträgheit noch die alte Bewegungstendenz innewohnen muß. Sie werden daher in beiden Fällen die Neigung haben, nach rechts auszuweichen, und eine Erhöhung der rechten Stromseiten muß die Folge sein.

Auf den linken Seiten muß daher zur Kompensation dieses Ueberdruckes ein Wasserauftrieb stattfinden, und das wird je nach ihrer Orientierung entweder zwischen beiden Strömen oder auf ihren Außenseiten der Fall sein.

1) F. SCHÜTT, Analytische Planktonstudien, l. c. Tabelle I.

2) O. PETTERSSON, Wassercirkulation im Nord-Atlant. Ocean, l. c. S. 64.

3) A. NATHANSOHN, Abh. Sachs. Akad. d. Wiss., l. c. S. 383.

4) NATHANSOHN, l. c. S. 396 f. — H. MOHN, Strömungen des europ. Nordmeeres, l. c. S. [illegible] — K. E. [illegible] Flüsse und deren Wirkungen. Studien aus dem Gebiete der Naturw., S. 120 ff., St. Petersburg 1873.

Ebenso hält Nathansohn[1]) die großen Planktonmengen von der Insel Ascension — die Plankton-Expedition[2]) erhielt hier 0,80 ccm auf 1 qm — für Folgen eines Vertikalauftriebes, der auch die hier liegende Kälteinsel im Oberflächenwasser bedingen soll — 22° gerade unter 0° Br. —, während Schütt in dem kalten Wasser eines letzten Ausläufers des Benguelastromes die Ursache suchen möchte.

Auch bringt Nathansohn für den größeren Reichtum der äquatorialen Breiten, der ja bereits erwähnt und auf seine nächsten Ursachen zurückgeführt ward, Belege aus den Fahrten der Plankton-Expedition (S. 405), des „Challenger" und „Vettor Pisani" (S. 408) nicht nur aus dem Atlantischen Ocean, sondern auch aus dem Pacifik.

Somit sind wir im wesentlichen zu dem Ergebnis gelangt, daß in den vertikalen Strömungen Faktoren vorliegen, welche einen außerordentlich großen Einfluß auf die Verteilung der Planktonmassen ausüben. Aufsteigende Strömungen führen regelmäßig zu einer großen Planktonvermehrung; absteigende sind für die Verarmung in einzelnen Specialfällen als Ursache nachzuweisen, wie auch für den geringen Planktongehalt der ganzen stromstillen Gebiete als in hohem Grade mitverantwortlich zu betrachten.

Die verschiedenen Nährstoffe.

Die befruchtende Wirkung der Auftriebströme legt ja nun Zeugnis dafür ab, daß der Meeresoberfläche irgend ein für die Ernährung des Phytoplanktons notwendiger Bestandteil in zu geringer Menge zur Verfügung steht, als daß ohne Hinzutreten von Küstennähe oder Tiefenauftrieb überall eine gleichmäßig reichliche Planktonmasse gefunden werden könnte. Welcher Nährstoff im Minimum vorkommt, ist jetzt die Frage. Die Hypothese von Brandt, die dem Stickstoff diese Rolle zuschieben will, ist, wie gezeigt werden konnte, durch die Einwände von Nathansohn nicht ohne weiteres widerlegt worden. Die S. 481 erwähnte Angabe von Natterer, der niemals Salpetersäure, dagegen fast regelmäßig salpetrige Säure im Tiefenwasser vorfand und deren Aufsteigen mit Tiefenströmen nachweisen konnte, würde zu den neuen Befunden von Thomsen[3]), daß die im Mittelmeer nachgewiesenen Nitrobakterien nur Nitrite, nicht aber Nitrate zu bilden im stande sind, sogar recht gut passen. Freilich wäre es notwendig, den Nachweis auch für die offene Hochsee zu erbringen.

Von Raben[4]) ausgeführte Stickstoffbestimmungen für zahlreiche Wasserproben, die periodisch an fest bestimmten Stationen, meist der Oberfläche, entnommen wurden, haben zum Teil relativ ansehnliche Werte für Nitrit + Nitratstickstoff ergeben. Sie sind von besonderem Interesse wegen der sich darin aussprechenden Periodicität, welche aus nachher zu erwähnenden Gründen freilich zunächst noch mit einem gewissen Vorbehalt aufgenommen werden muß. Ich gebe die Resultate für die im Jahre 1904 regelmäßig untersuchten Stationen und den Stickstoffgehalt des Oberflächenwassers als Ammoniak und als Nitrit — Nitrat in Milligrammen auf je 1 Liter.

1) l. c. S. 407.

2) F. Schütt, Analytische Planktonstudien. l. c. Tabell. VI, S. 67—70.

3) P. Thomsen, Vorkommen von Nitrobakterien im Meere, l. c.

4) F. Raben, Quantitative Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Meerwasser, l. c. S. 97. — Ders., Weitere Mitteilungen etc., l. c. S. 282.

Station	Februar		Mai		August		November		Station
	Ammoniak	Nitrit + Nitrat	Ammoniak	Nitrit + Nitrat	Ammoniak	Nitrit + Nitrat	Ammoniak	Nitrit + Nitrat	
					Nordsee.				
1.	0,071	0,168	0,089	0,294	0,075	0,097	0,035	0,097	1.
2.	0,038	0,184	0,060	0,217	0,048	0,083	0,043	0,138	2.
3.	0,030	0,196	0,052	0,288	0,061	0,081	0,029	0,095	3.
4.			0,062	0,195	0,031	0,081	0,028	0,077	4.
5.			0,057	0,254	0,053	0,081	0,022	0,082	5.
6.			0,057	0,200	0,097	0,074	0,030	0,115	6.
7.			0,075	0,175	0,065	0,085	0,028	0,111	7.
8.	0,083	0,239	0,088	0,190	0,051	0,074 (Mittel)	0,029	0,123	8.
9.			0,110	0,207	0,084	0,071	0,140	0,118	9.
10.			0,110	0,152	0,061	0,067	0,042	0,115	10.
11.			0,040	0,224	0,057	0,077	0,030	0,110	11.
12.			0,041	0,233	0,058	0,084	0,042	0,107	12.
13.			0,042	0,185			0,045	0,096	13.
14.	0,059	0,192	0,048	0,168	0,061	0,084	0,042	0,101	14.
15.	0,041	0,316	0,045	0,218			0,045	0,100	15.
					Ostsee.				
1.	0,093	0,152	0,047	0,147	0,064	0,122	0,045	0,068	1.
2.	0,059	0,190	0,050	0,182	0,055	0,097	0,045	0,072	2.
3.	0,040	0,200	0,049	0,190	0,053	0,087	0,042	0,061	3.
4.	0,041	0,210	0,067	0,170	0,047	0,100	0,047	0,064	4.
5.	0,041	0,192	0,063	0,154	0,053	0,100	0,042	0,070	5.
6.	0,062	0,192	0,068	0,178	0,040	0,096	0,042	0,089	6.
7.	0,066	0,210	0,055	0,177	0,055	0,096	0,053	0,063	7.
8.	0,060	0,212	0,060	0,182	0,055	0,094	0,083	0,072	8.
9.	0,085	0,193	0,074	0,165	0,070	0,083	0,055	0,072	9.
10.	0,121	0,196	0,084	0,177	0,051	0,101			10.
11.	0,057	0,194	0,074	0,174	0,069	0,088	0,049	0,073	11.
12.	0,070	0,168	0,063	0,177	0,060	0,091	0,047	0,068	12.
13.	0,084	0,152	0,094	0,169	0,069	0,083			13.

Die Tabellen zeigen, daß fast immer mehr Nitrit- + Nitratstickstoff als Ammoniakstickstoff vorhanden ist, und daß die Gesamtstickstoffmenge im Winter und Frühjahr doppelt so groß ist wie im Sommer, wo die Vegetation ihren Höhepunkt erreicht. Im November stellt sich in der Nordsee bereits langsam der winterliche Reichtum wieder ein. In der Ostsee dagegen sind einmal die Differenzen zwischen Winter und Frühjahr bereits erheblicher als dort, vermutlich weil ihr flaches geschlossenes Meeresbecken schnellerer Erwärmung fähig ist, daher das Phytoplankton sich etwas früher zu entwickeln und als Stickstoff zehrenden Faktor bemerkbar zu machen vermag als in der Nordsee, andererseits ist das Stickstoffminimum erst im November erreicht, was mit dem auf Mitte Oktober fallenden Peridineenmaximum [1]) der Ostsee in direktem Zusammenhange stehen dürfte.

Der gemachte Vorbehalt bezieht sich darauf, daß nach Raben's [2]) Angabe die Zahlen für Februar und Mai nach einer anderen Methode gewonnen sind als diejenigen für August und November, und daß die Stickstoffwerte des Winters und Frühjahrs eventuell zu hoch ausgefallen sind. Bei den sehr erheblichen Differenzen der Jahreszeiten wird aber wohl auch bei kleinen Abstrichen das Hauptresultat kaum einer wesentlichen Aenderung bedürfen. Ein Stickstoff-

1) V. Hensen, Bestimmung des Planktons u. s. w., l. c. S. 71 ff.

2) E. Raben, l. c. S. 279.

minimum im nordischen Hochsommer käme also als Phytoplankton einschränkender Faktor eventuell in Betracht.

Eine Ergänzung zu diesen Daten geben die Kieselsäurebestimmungen desselben Forschers[1]), die aber leider minder vollständig ausgeführt sind. Immerhin läßt sich erkennen, daß das Maximum gelöster Kieselsäure in Ost- und Nordsee übereinstimmend im August gefunden wird. In der Ostsee bleibt der hohe Kieselsäuregehalt im Herbste erhalten — da hier ja dann die Peridineen herrschen — in der Nordsee ist eine Abnahme im November festgestellt, entsprechend dem (kleineren) Herbstmaximum der Diatomeen. Uebereinstimmend für beide Meere ist im Februar bis Mai das Kieselsäureminimum gefunden, welches zu dem großen Frühjahrsmaximum der Diatomeen in direkter Beziehung steht.

Für tiefere Meere als die Nord- und Ostsee wird die Bestimmung der Kieselsäuremengen noch mit anderen Erscheinungen in Verbindung gebracht werden müssen. Ihr specifisches Gewicht ist sehr hoch. Die abgestorbenen Zellen, die nicht mehr im stande sind, ein Uebergewicht durch Lebensvorgänge wieder auszugleichen, werden demnach alsbald zu Boden sinken. Während dieses Sinkvorganges wird aber von seiten des Meerwassers fortdauernd an der Auflösung der Kieselschalen gearbeitet, und wenn es sich um dünnschalige Formen handelt, wird diese Arbeit auch von Erfolg begleitet sein. Die Grundproben aus dem tiefen Antarktischen Meere und ihr Vergleich mit dem an der Oberfläche lebenden Plankton legen ja hinreichend Zeugnis dafür ab[2]). Andererseits wird in einer gewissen Tiefe, gleichmäßigen Fall vorausgesetzt, die Summe der dünnschaligen Rhizosolenien bereits ihrem Auflösungsschicksal verfallen sein. Wenn nun aber die Gleichmäßigkeit des Falles in einer bestimmten Tiefe durch größere Wasserdichte einen Aufenthalt erleidet, das Fallen sich also verzögert und die Schalen länger der lösenden Wirkung ein und derselben Wasserschicht ausgesetzt bleiben, so wird diese Schicht größere Mengen der Kieselsäure aufnehmen müssen.

Eine solche Fallverzögerung geht regelmäßig in den sogenannten Sprungschichten[3]) vor sich, d. h. denjenigen Schichten, in denen der mehr oder weniger gleichmäßige Temperaturabfall einen plötzlichen Sprung erreicht. Der Betrag der Temperaturdifferenzen auf je 5, 10 oder 25 m, der als Schwellenwert für Feststellung einer Sprungschicht gelten soll, wird von den verschiedenen sonstigen Umständen abhängen müssen; so ist von Schott die Differenz von 2^0 für je 25 m angenommen. Er findet dann nach den auf der „Valdivia"- und auf sonstigen Expeditionen gemachten Beobachtungen, daß die Mittellage der Sprungschicht im Atlantischen Ocean zwischen 25—80 m, im Indischen zwischen 90—140 m und im Stillen Ocean zwischen 110—180 m liegt. An den Grenzen dieser Sprungschichten würden alle zu Boden fallenden toten Zellen also wegen des Eintrittes in ein dichteres Medium einen längeren Aufenthalt erleiden müssen, dessen Bedeutung für die Beherbergung von „Dauersporengenerationen" und „Schwebesporen" bereits im Antarktischen Phytoplankton[4]) gewürdigt worden ist. Doch auch für die vermöge höheren specifischen Gewichtes zu Boden sinkenden Nährstofflösungen, z. B. eben der Kieselsäure, müssen diese Sprungschichten eine zeitweise Ruhelage bedeuten. So erscheint

1) E. Raben, l. c. S. 287. Es sind nur die auf die Oberfläche Bezug habenden Zahlen berücksichtigt, da ohne Angabe der Temperatur resp. Dichteverhältnisse die Zahlen keine Schlußfolgerungen erlauben.

2) G. Karsten, Antarkt. Phytopl., l. c. S. 11 f.

3) G. Schott, Tiefsee-Expedition, Bd. I, l. c. S. 178 ff.

4) G. Karsten, Antarkt. Phytopl., l. c. S. 32.

es wohl begreiflich, daß in den Planktonfängen aus dem tropisch Atlantischen Ocean die Beimengung der zur Kompensation in die Oberflächenströme mithineingerissenen tieferen Schichten eine größere Massenentwickelung gestattet, da die Sprungschicht in nur geringem Abstand von der Oberfläche sich befindet, als im Indischen Ocean, wo sie durchschnittlich mehr als 50 m tiefer liegt [1].

Dafür aber, daß diese angenommene Bedeutung für Ansammlung specifisch schwererer Nährlösungen den Sprungschichten thatsächlich zugeschrieben werden darf, kann ich folgendes Beispiel für das Süßwasserplankton aus dem dänischen Fursee bei Lyngby anführen, das ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Wesenberg-Lund verdanke und mit seiner Zustimmung mitteilen darf, unter ausdrücklicher Betonung, daß er das Ergebnis nur als ein ganz vorläufiges angesehen wissen wolle:

„Das Furseeplankton im September-Monat 1906 bestand ganz hauptsächlich aus *Fragilaria crotonensis* und *Tabellaria fenestrata*. Am 5. Oktober waren die Fragilarien ganz von der Oberfläche verschwunden. Durch horizontale Schließnetzproben in ca. 30 m Tiefe zeigte es sich, daß die Fragilarien aber hier zahlreich standen; an der Oberfläche war damals ein ausgesprochenes *Tabellaria-Melosira*-Maximum vorhanden. — Die Fragilarien in der Tiefe waren hauptsächlich abgestorbene oder absterbende Zellen (wasserhell, ohne Oeltröpfchen und Chromatophoren). Die chemischen Untersuchungen gaben den folgenden Kieselsäuregehalt in g 700:

Tiefe	Temperatur		Kieselsäuregehalt
0 m	12,8°		0,0016 mg
13 „	12,8°		0,0011 „
17 „	12,8°		0,0012 „
20 „	12,8°		
23 „	9,0°	Sprungschicht	
26 „	7,8°		
30 „	7,4°		
31 „			0,0030 „

Es zeigte sich also, daß 2½mal mehr Kieselsäure in der Wasserschicht mit den abgestorbenen Fragilarien vorhanden war, als in den anderen Schichten. Weil die zahlreichen Bodenproben, die Wesenberg-Lund vom Fursee untersucht hat, nur ganz vereinzelte Schalen von *Fragilaria crotonensis*, dagegen große Mengen von *Melosira*, Stephanodiscen u. a. enthalten, glaubt er, daß die Verhältnisse so zu verstehen sind, daß die abgestorbenen Fragilarien in tieferen Wasserschichten in Auflösung sind, und daß der größere Kieselsäuregehalt des Wassers hier jene Fragilarien als Hauptursache hatte."

So verschieden in vielen Punkten die Meeres- und Seen-Oekologie sein mag, jedenfalls ist uns diese letztere ihrer leichteren Zugänglichkeit halber von höchstem Werte, und die hier völlig exakt nachweisbaren Resultate dürfen unbedenklich mutatis mutandis auch auf die Meeresverhältnisse übertragen werden, wie es in den vorstehenden Ausführungen geschehen ist. Da die Kieselsäure nach den genauen Feststellungen von O. Richter [2] als unentbehrlicher Nährstoff für Diatomeen erwiesen ist, so kann eine zeitweilige erhebliche Verarmung der Oberfläche daran immerhin eine Beeinflussung für das Diatomeenplankton bedeuten.

Von weiteren Nährstoffen käme noch die Kohlensäure in Betracht. Nathansohn [3] weist in seinen Ausführungen auf die verschiedene Bindungsweise der Kohlensäure als den in erster

1) Man wolle dazu die oben S. 475 und 470 gegebenen Zahlen der quantitativen Fänge vergleichen.

2) O. Richter, Zur Physiologie der Diatomeen, l. c. S. 16.

3) A. Nathansohn, l. c. S. 437.

Linie zu beachtenden Faktor hin. So wichtig das ist, sprechen doch die von Brandt[1]) angeführten Zahlen für „freie (nicht gebundene) Kohlensäure" mit 2,1—0,2 ccm auf 1 Liter nicht gerade für die Wahrscheinlichkeit, daß Kohlensäure der im Minimum vorhandene Nährstoff sei. Besonders muß doch auch auf die innige stets eintretende Durchmischung des Phyto- und Zooplanktons hingewiesen werden. Daneben ist die stete Kohlensäureabsorption des Meeres aus der Atmosphäre, das Freiwerden von Kohlensäure aus den Ammoniakbindungen durch ihren starken Ammoniakdruck, auf den Nathansohn[2]) in anderem Zusammenhange hinweist, zu beachten.

Daß trotzdem hie und da eine relative Kohlensäurearmut auftreten kann, geht freilich aus den starken Veränderungen im Gasgehalt des Meerwassers an Sauerstoff und Kohlensäure hervor, wie sie von Pettersson[3]) und von Knudsen[4]) verschiedentlich in den nördlichen Meeren festgestellt sind, je nachdem Phytoplankton oder animalisches Plankton die Ueberhand hatte, oder ersteres im Licht oder im Dunkeln vegetiert. „Knudsen's Beobachtungen ergeben, daß die Einwirkungen von Plankton auf die Gase des Wassers so bedeutende sind, daß auch im Oberwasser Spuren dieser Einwirkung längere Zeit deutlich bleiben, weil der Austausch mit der Atmosphäre das Gleichgewichtsverhältnis zwischen Sauerstoff und Kohlensäure im Wasser nur langsam wieder herstellt"[5]). Daß nun endlich wärmere Meere absolut kohlensäureärmer sein müssen als kalte, worauf Nathansohn[6]) hinweist, läßt ja wiederum den Einfluß der kühlen und gleichzeitig durch die in der Tiefe stattfindenden Zersetzungsvorgänge kohlensäurereicheren Auftriebströme auch für diesen Nährstoff deutlich hervortreten.

Bei dem steten Wechsel aller im Meere vorliegenden Verhältnisse dürfte die bisher wohl immer stillschweigend gemachte Annahme, daß stets ein und derselbe Nährstoff im Minimum vorhanden sei und das Hindernis für ausgiebige Vermehrung bilde, gar nicht zutreffend sein können. Kommt es im Effekt doch schließlich vollkommen auf das Gleiche heraus, ob Mangel an Kohlensäure, Stickstoff, Phosphorsäure, Kieselsäure (für die Diatomeen) oder an anderen notwendigen Baustoffen das Wachstum und Vermehrung hindert. Und ebenso sind Auftriebströme für jeden Nährstoff gleichmäßig geeignet, Ersatz aus der Tiefe zu schaffen. Demnach wird bei unserer noch unvollkommenen Einsicht in den ganzen Komplex der Erscheinungen es dem Thatbestande am besten entsprechen, die Möglichkeit, der im Minimum vorhandene Nährstoff zu sein, jedem der genannten Körper zuzuerkennen, so daß für jeden Einzelfall der Sachverhalt erst festgestellt werden muß. Für die Erreichung weiterer Fortschritte im Erkennen des Zusammenhanges wird es förderlicher sein, alle Möglichkeiten im Auge behalten und nachprüfen zu müssen, als wenn der in bestimmten Fällen etwa erbrachte Nachweis, daß Kohlensäure- oder Stickstoff-Mangel vorgelegen habe, gleich verallgemeinert und als überall gültiges Resultat hingestellt wird.

1) K. Brandt, Stoffwechsel, Bd. II, l. c. S. 69.
2) l. c. S. 365.
3) O. Pettersson, Die hydrographischen Untersuchungen des Nord-Atlant. Oceans 1895—96. Petermann's Mitt., Bd. XLVI, 1900, S. 1, 7.
4) Nach den Angaben von Pettersson, l. c.
5) Pettersson, l. c.
6) A. Nathansohn, l. c. S. 441.

Der schlechte Erhaltungszustand des Oberflächenplanktons.

Schon im Antarktischen Phytoplankton[1] mußte auf ein häufiges Vorkommen hingewiesen werden, daß nämlich die obersten 20 m einmal verhältnismäßig planktonarm zu sein pflegen, andererseits die hier gefundenen Zellen einen systrophen Plasmabau besitzen. Dies sollte nach Schimper's Angaben unter niederen Breitengraden nicht zu beobachten sein, und Schimper führt dieses verschiedenartige Verhalten darauf zurück, „daß bei höherer Temperatur das ökologische Lichtoptimum bei höherer Intensität liegt".

Bei weiterem Fortschreiten meiner Untersuchungen ist es mir fraglich erschienen, ob diese Erklärung aufrecht erhalten werden kann. An ganz außerordentlich zahlreichen Stationen findet sich die Bemerkung eingetragen: „Phytoplankton in sehr schlechtem Zustande", und bei genauerer Prüfung ist es bald ersichtlich, daß es besonders häufig die der Wasseroberfläche nächstgelegenen Schichten sind, welche diese Bezeichnung aufzuweisen haben, während in 20—30 m Tiefe der weit bessere Erhaltungszustand oft auch direkt bestätigt wird. So sind die Oberflächenschichten in schlechter Verfassung z. B. an den Stationen: 8, 45, 50, 54, 145, 149, 160, 192, 193, 208, 217, 218, 221, 222, 229, 234, 230, 271. Man sieht, es sind hier nur wenige antarktische Stationen mitgezählt, die Hauptzahl entfällt gerade auf die äquatorialen Gebiete. Die Erscheinung äußert sich hier auch abweichend von dem Befunde, von dem Schimper ausgeht. Der Plasmakörper — und zwar speciell der Diatomeen, weniger der Peridineen — ist kontrahiert und abgestorben. Die Zelle wird, besonders bei den zartwandigen *Rhizosolenia*-Arten, dann wohl in der Regel bald zerbrochen, und das massenhafte Auftreten von *Rhizosolenia*-Bruchstücken ist ja oft genug erwähnt. Andere Zellen, wie *Pyrocystis pseudonoctiluca* und Peridineen, zerbrechen nicht so leicht — es hängt das im wesentlichen natürlich mit der Sprödе der dünnen Kieselschalen zusammen, die nur, solange ein turgescenter Plasmakörper sie aussteift, einigen Widerstand zu leisten vermögen, während die Cellulosemembranen der Pyrocysteen und Peridineen mehr oder minder große Elasticität besitzen, resp. auch Knickungen vertragen, und dadurch vor dem Bruche besser geschützt sind. Immerhin ist aber auch bei ihnen eine Kontraktion oder sonst anormales Verhalten des Plasmaleibes in den oberflächlichsten Schichten häufiger zu beobachten.

So scheint mir die Schädigung der Angehörigen des Phytoplanktons in den Oberflächenschichten eigentlich in den niederen Breiten eine tiefer gehende, in der Regel mit Absterben der Individuen endende zu sein, während die in der Antarktis sich einstellende starke Systrophe durchaus noch nicht tödlich für die Zellen zu sein braucht.

Daß Schimper dies entging, liegt wohl daran, daß in dem gleich nach dem Heraufkommen untersuchten Plankton das tote Material naturgemäß nur mindere Beachtung finden konnte, als die noch lebenden Zellen; bei Durchsuchung des Alkoholmaterials dagegen konnte dieser Umstand kaum übersehen werden.

Die von Schimper gegebene Erklärung des Verhaltens dürfte insoweit richtig sein, daß in der That dem ungeminderten Licht der Oberflächenlage der ganze schädigende Einfluß zugeschoben werden muß. Die Planktonten sind auf das durch einige Meter Wasser durchgegangene gemilderte

1) G. Karsten, Antarktisches Phytoplankton, S. 14—17.

Licht allein abgestimmt, die direkte Insolation an der Wasseroberfläche vermögen sie nicht zu ertragen. In den kalten antarktischen Regionen kann aber auch das direkte Licht die Zellen nicht ernstlich schädigen; sie reagieren durch eine Zusammenlagerung der Chromatophoren darauf, die erst nach längerer Dauer zu einer Gefahr für das Leben der Pflanze werden kann. Dagegen sind die schädigenden Wirkungen der tropischen senkrecht niedergehenden Sonnenstrahlen, wenn sie nicht durch eine hinreichende Wasserschicht abgeschwächt werden, viel größer. Der Plasmakörper kontrahiert sich und muß absterben, wenn es der Zelle nicht gelingt, ihre normale Belichtung in etwas tieferer Lage wieder zu erreichen. — Das scheint mir die Erklärung für die oft so auffallende Schädigung der in den allerobersten Schichten des Meeres — speciell des äquatorialen Meeres — enthaltenen Phytoplanktonangehörigen zu sein.

Beziehen wir diese neuen Erfahrungen nun zurück auf die vorher erörterte Ernährungsfrage, so ist daraus zu entnehmen, daß abgestorbene Zellen, von deren Zersetzungsprodukten also auch die lebenden Planktonten Nutzen ziehen könnten, sich auch in den obersten Wasserschichten finden. Freilich werden sich solche abgestorbenen Zellen, wie ihre Bruchstücke nur kurze Zeit an der Oberfläche halten, und diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, daß sie die Fruchtbarkeit der nächst unter ihnen befindlichen Lagen nicht in bemerkbarer Weise zu beeinflussen vermögen.

Nur ein Bestandteil des Phytoplanktons scheint vorhanden zu sein, dessen Lebensbedingungen die für Diatomeen speciell schädliche Lage direkt in den allerobersten Wasserschichten geradezu fordern, die Schizophyceen. In dieser Eigenschaft oder Fähigkeit der Schizophyceen liegt der Grund für ihre früher hervorgehobene Exklusivität. Wo Schizophyceen einmal die Oberhand erlangt haben, kann in der Regel keine andere Klasse von Phytoplanktonten mit ihnen konkurrieren. Sie decken die Oberfläche mit einer gleichmäßigen Schicht und nehmen den darunter liegenden Wasserschichten zuviel Licht, als daß eine regelrechte Planktonflora aufkommen könnte. Ein Beispiel[1]) dafür scheint Station 240 abzugeben, wo einzelne Fänge ausschließlich *Trichodesmium*-Fäden enthielten, in anderen eine ungewöhnlich hohe Lagerung der Elemente der Schattenflora zu Tage tritt, während *Rhizosolenia*- und *Chaetoceras*-Ketten zum großen Teil nur in abgestorbenem Zustande unter der Schizophyceendecke gefunden werden konnten. Aehnlich verhält sich Station 200, wo an der Oberfläche eine dichte Lage von *Katagnymene pelagica* Lemm. ausschließlich vorhanden war, und in 100 m die übrigen Planktonten sich der Mehrzahl nach abgestorben zeigten.

Aus diesem großen Lichtbedürfnisse der Schizophyceen erklärt sich andererseits ihre überaus große Empfindlichkeit gegen Versinken in tiefere Lagen. Ueberall, im Atlantik sowohl wie im Indischen Ocean, sind an Stellen mit vorherrschendem Schizophyceenplankton die tieferen Wasserschichten zwar gefüllt mit den hinabsinkenden Fäden der Oberflächeplanktonten, aber sehr selten werden unter den großen Massen noch lebende Elemente festgestellt. Die Schizophyceen sterben in der Regel bereits in der geringen Tiefe von etwa 50 m durchweg ab. Nur ihre Dauersporen, deren Plasma in einen Ruhezustand eingetreten ist, bleiben auch in größeren Tiefen lebendig; sie sind es, die, vom Boden resp. aus tieferen Wasserschichten aufsteigend, die Vegetation wieder von neuem beginnen lassen können.

1) Die gleiche Beobachtung findet sich im Challenger Report, l. c. Narrative of the cruise, Vol. I, 2, p. 544, 545 und 607.

Damit wären die Fragen, die der pflanzengeographischen Bearbeitung des Materials der Deutschen Tiefsee-Expedition sich darboten, wohl sämtlich zur Sprache gekommen. Es schließen einige Beobachtungen an, die das Material in Hinsicht der Entwickelungsgeschichte einzelner Formen und Formenkreise zu machen erlaubte.

b) Botanische Ergebnisse.

„Mikrosporen" bei Diatomeen.

Im ersten Teile dieser Phytoplankton-Untersuchungen, der sich auf das antarktische Phytoplankton bezog, sind Beobachtungen über „Mikrosporenbildung bei Solenoideen" enthalten[1], die bereits vorher in den Berichten der Deutschen Botan. Gesellschaft[2] veröffentlicht worden waren. Diese Mitteilung hat H. Peragallo veranlaßt, sich über die Prioritätsfrage hinsichtlich der Mikrosporenentdeckung und über einige sonstige Punkte meiner Veröffentlichung zu äußern in einer Schrift: „Sur la question des spores des Diatomées"[3]. Ich hatte behauptet, daß erst durch die Mitteilungen von H. H. Gran etwas mehr Klarheit geschaffen sei „darüber, daß diese Mikrosporenbildungen nicht einem krankhaften Zustande entsprechen, wie nach den ersten ungenauen Angaben anzunehmen war, sondern einen bisher noch unbekannt gebliebenen normalen Entwickelungsabschnitt der Planktondiatomeen darstellen".

Demgegenüber weist Peragallo auf einen Satz von Rabenhorst[4] hin, der bereits 1853 das Austreten von mit 2 Cilien begabten Schwärmzellen bei *Melosira varians* beobachtet habe. Diese Tatsache war mir nicht unbekannt, hat doch Pfitzer[5] sie ausführlicher angeführt. Pfitzer führt die Beobachtung Rabenhorst's auf Parasiten zurück, die in der *Melosira* sich entwickelt hätten.

Nachdem die Frage einmal wieder aufgeworfen, war es notwendig, sie zu erledigen. Eine möglichst objektiv gehaltene Darstellung der Reihenfolge und Resultate aller mir bekannt gewordenen neueren Veröffentlichungen über die Mikrosporenbildung bei Diatomeen wird auch den Anteil der einzelnen Forscher zur Genüge erkennen lassen. Es mag dann jeder über die Berechtigung meiner früheren, oben angeführten Beurteilung sich selbst ein Urteil bilden.

Die fragliche Stelle bei Rabenhorst lautet: „Die Zelle schwillt blasenartig auf und wird währenddem von mehr oder minder zahlreichen Brutzellen erfüllt, die, anfangs unregelmäßig gestaltet, später eine regelmäßige länglich-eiförmige Gestalt annehmen. Sobald sie dieselbe erreicht haben, tritt eine Strömung im Lumen der Zelle von der Rechten zur Linken ein, die Mutterzelle spaltet sich, die Bruten strömen aus, in demselben Moment, wo sie austreten, werden an der vorderen lichten Stelle zwei straffe Wimpern sichtbar, zeigen ein leichtes Schwärmen von sehr kurzer Dauer, setzen sich an und erreichen in kürzester Zeit die Größe der Mutterzelle oder überragen dieselbe an Größe. Die Existenz der Mutterzelle hört mit dem Zeugungsakte auf." Dieser Satz ist veröffentlicht 1853; erinnert man sich daran, daß in derselben Zeit die Algen

1) l. c. S. 107.
2) l. c. Bd. XXII, 1904, S. 544.
3) Université de Bordeaux. Soc. sc. d'Arcachon, Station biologique, travaux des laboratoires, t. VIII, 1906.
4) L. Rabenhorst, Die Süßwasser-Diatomaceen etc., Leipzig 1853, S. 3, Tat. X, Suppl.-Fig. 18.
5) E. Pfitzer, Bau und Entwickelung der Bacillariaceen, Bonn 1871, S. 109.

untersuchungen von NÄGELI, THURET, PRINGSHEIM und DE BARY stattfanden, daß also das wissenschaftliche Interesse gerade den Thallophyten zugewandt war, so muß das völlige Unbeachtetbleiben der Mitteilung von RABENHORST besondere Gründe gehabt haben. Es war einmal die ganze Angabe auf eine einmalige, trotz vieler Bemühungen nicht wieder gelungene Beobachtung gegründet; und auch bis zum heutigen Tage hat sie nicht wiederholt werden können. Zweitens ist die Beschreibung des Vorganges trotz ihrer scheinbaren Präcision so ungenau, daß man nicht einmal erfährt, ob die Schwärmer Farbstoff enthielten, also Chromatophoren besaßen oder nicht; drittens widerspricht das Auswachsen der Schwärmer „in kürzester Frist" zur Größe der Mutterzelle oder darüber hinaus jeglicher Erfahrung. Bei sorgfältiger Vergleichung der zugehörigen Figuren scheint mir am wahrscheinlichsten, daß bei der der Beobachtung zu Grunde liegenden Auxosporenbildung das Perizonium platzte; das ausströmende Plasma mit den kleinen Chromatophoren strömte natürlich momentan aus dem Risse heraus, und der Diffusionsstrom täuschte RABENHORST die Bewegung der für Schwärmer gehaltenen Chromatophoren vor. Daraus erklärt sich auch, daß das Schwärmen „von sehr kurzer Dauer" war. Was nun das Auswachsen zur Größe der Mutterzelle betrifft, so wäre dieser Vorgang doch gewiß einer weiteren Figur wert gewesen. Da eine solche leider fehlt, und die Kürze des Textes keinerlei Anhalt gewährt, so kann ich nur eine Vermutung aussprechen, die dahin geht, daß die ins Wasser ausgetretenen Chromatophoren, beim alsbaldigen Absterben sich aufblähend, die ungefähre Größe der Mutterzelle erreichten.

Eine Bestätigung für das Zutreffen dieser Deutung für den ganzen Vorgang findet sich darin, daß RABENHORST die anderen drei Auxosporen von *Melosira varians*, die nichts Derartiges erkennen ließen, ebenfalls mit seinen „Brutzellen" von länglich-eiförmiger Gestalt gefüllt zeichnet; es sind eben die Chromatophoren, die naturgemäß darin enthalten sein müssen. Ein besonderer Grund endlich dafür, diese Angaben von RABENHORST für irrtümlich zu halten, ist jetzt nach Bekanntwerden der Mikrosporen und ihrer Bildung darin gegeben, daß in keinem Falle eine zur Auxospore anschwellende Zelle gleichzeitig zur Mikrosporenbildung schreitet, wie es dort angegeben war. Ein solches Zusammentreffen für ein und dieselbe Zelle müßte nach der heutigen Auffassung ja auch geradezu als widersinnig erscheinen, während alle Beobachtungen übereinstimmend berichten, daß zwar auf dem Höhepunkt der Vegetation, also gleichzeitig, beide Prozesse zu finden sind, jedoch stets an verschiedenen Individuen.

Zu den weiteren Angaben PERAGALLO's möchte ich zunächst bemerken, daß die Anführung von J. E. LÜDERS neben O'MEARA und CASTRACANE dem Irrtume Vorschub leisten möchte, es seien auch von J. E. LÜDERS Angaben über Mikrosporenbildung gemacht. Vielmehr muß demgegenüber festgestellt werden, daß diese ausgezeichnete Beobachterin zuerst die Angaben von SMITH und von HOFMEISTER über Cysten und Sporangialzellen auf ihren wahren Wert zurückgeführt hatte und die Ursachen der Irrtümer darlegte[1]). Mit den phantastischen Angaben CASTRACANE's[2]) sich zu beschäftigen, liegt um so weniger Grund vor, als die einzig mögliche Antwort bereits von MIQUEL[3]) gegeben worden ist.

1) JOH. E. LÜDERS, Beobachtungen über Organisation, Teilung und Kopulation der Diatomeen. Bot. Ztg., Bd. XX, 1862, S. 41 ff., und vorher Bot. Ztg., 1860, S. 378.

2) F. CASTRACANE, De la reproduction des Diatomées. Le Diatomiste, I. II, 1893–1896, p. 4 ff. — Ders., ibid. p. 118.

3) P. MIQUEL, Des spores des Diatomées. Le Diatomiste, I. II, p. 26. — Derselbe, Du retablissement de la taille et de la rectification de la forme chez les Diatomées. Ibid. p. 61 ff. (speciell p. 97).

Eine unerwartete Hülfe bot sich den Anschauungen CASTRACANE's in einem Artikel von COOMBE[1]) im Diatomiste, und es ist erfreulich, daß man hier endlich die Möglichkeit hat, der Sache näher zu kommen, denn dies ist die erste derartige Veröffentlichung, die von verschiedenen Figuren begleitet ist. Der Verfasser erklärt hier, daß CASTRACANE's Angaben über Vorkommen von kugeligen, scharf umschriebenen, endochrom-haltigen Ballen durchaus nicht auf *Mastogloia varians* allein zutreffen, sondern er besitze gerade 5 oder 6 teils marine, teils Süßwasserformen, die sich in dem beschriebenen Zustande befänden.

Wenn man sodann das vorgebrachte Material würdigt, da ergiebt sich, daß hier zumeist Fälle vorliegen, die verschiedene Entwickelungszustände aus der Auxosporenbildung wiedergeben, daß daneben Cysten von Rhizopoden abgebildet werden mit den erhaltenen Schalen von Diatomeenzellen, deren Plasmakörper verdaut worden ist. Dies letztere Faktum wird vom Verfasser selber angeführt. Daneben liegen dann noch Gruppen von Diatomeen gleicher Art in sehr wechselnder Größe vor, woraus nach keiner Seite hin eine für unsere Frage erhebliche Folgerung möglich ist, und endlich bleibt auf Taf. XII die Fig. 10, deren zugehöriger Text also lautet: „Group of *Navicula radiosa* containing frustules of sizes varying from 65 μ to about 5 μ. — Note. The[2]) open frustule contains two round spores like bodies similar in size and color to those mixed with the minute frustules in the same gathering." Die Erklärung dafür ist recht einfach und leicht zu geben. Es liegen *Navicula*-Zellen im Beginne der Auxosporenbildung vor. Die Zweiteilung des Inhaltes ist erfolgt, und die Kontraktion der beiden Tochterzellen zu den innerhalb der Mutterschalen liegenden und diese zum Auseinanderklaffen zwingenden Kugeln ist vollendet; doch ist durch die Präparation die zweite zugehörige Mutterzelle entfernt worden. Vielleicht gehören die im Zellhäufchen sonst verteilten Plasmaballen solchen anderen Mutterzellen an. Daß eine Gallertausscheidung nicht in jedem Falle mit der paarweisen Kopulation der Naviculaceengameten einherzugehen braucht, habe ich bereits früher[3]) nachgewiesen, und somit liegt in dieser als Beweismittel für *Castracane*-COOMBE einzig übrig bleibenden Figur nichts weiter vor als eine gestörte *Navicula*-Konjugation, deren eine Mutterzelle fortgeschwemmt worden ist.

Im Jahre 1896 veröffentlichte dann G. MURRAY[4]) einen Aufsatz, in dem er für *Coscinodiscus concinnus* und mehrere *Chaetoceras*-Arten Teilung des Zellinhaltes in successive 2, 4, 8, 16 Teile nachwies, die sich abrunden und mit Chlorophyllkörnern wohl ausgerüstete „Mikrosporen" bilden. Ueber das Vorhandensein und Schicksal des Kernes wird nichts mitgeteilt. Es kamen gleichzeitig Pakete von 8 oder 16 kleineren, mit fertigen Schalen versehenen *Coscinodiscus*-ähnlichen Zellen, die von einer Hüllgallerte zusammengehalten werden, zum Vorschein, von denen MURRAY annehmen möchte, daß sie demselben Entwickelungskreis angehören, obwohl das durchaus nicht bewiesen werden konnte. Was aus den Mikrosporen von *Chaetoceras* wird, bleibt ungewiß.

Eine kurze, auf Beschreibung zweier fast unkenntlicher Tafeln beschränkte Mitteilung von

1) J. NEWTON-COOMBE, On the reproduction of the Diatomaceae. Le Diatomiste, T. II, p. 152, und besonders [illegible] Pl. X—XIII.

2) Sperrung von mir!

3) G. KARSTEN, Diatomeen der Kieler Bucht, 1899, *Pelagiogaea Nordicola* p. 74. Ders., Untersuchungen Diatomeen [illegible] Flora 1896—1897.

4) GEORGE MURRAY, On the reproduction of some marine Diatoms. 7. Dec. 1896 (Proceedings R. Soc. Edinburgh, [illegible] p. 207, Pl. I—III.

Coomber[1]) erweitert die Kenntnisse dahin, daß *Coscinodiscus*-Zellen es nach dem 16er Stadium auch noch durch eine weitere Teilung bis auf 32 Mikrosporen bringen können, deren weiteres Schicksal dunkel bleibt.

Da erschien 1902 die wichtige Arbeit von H. H. Gran[2]): „Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres" und brachte zum ersten Male den wirklichen Nachweis von einer Beteiligung des Zellkernes an der Mikrosporenbildung und der successiven Zerlegung des Zellinhaltes in 128 kleine Zellchen, deren weiteres Schicksal unbekannt bleibt. Die Abbildungen zeigen den Vorgang ganz klar; da sich keinerlei Kontraktion des Zellinhaltes bemerkbar macht, geht für jeden, der die Wirkungsweise von Fixierungsmitteln kennt, unzweideutig hervor, daß keine erhebliche Veränderung gegenüber der Lagerung in der lebenden Zelle vorhanden war. Im folgenden Jahre erscheint die Veröffentlichung von P. Bergon[3]), welcher Mikrosporenbildung bei *Biddulphia mobiliensis* an lebendem Material beobachtete. Eine Durchteilung der Sporen bildenden Mutterzelle soll hier vorangehen und darauf in jeder der beiden durch äußerst dünne, kaum sichtbare Membranen getrennten und gegeneinander abgerundeten Tochterzellen 16 Mikrosporen gebildet werden. Mikrosporen von *Chaetoceras* gelangten ebenfalls zur Beobachtung. Er erwähnt außerdem kleinste, in Paketen zusammengedrängte Zellchen von *Asterionella spathulifera*; der Umriß der Pakete gleicht einem vergrößerten Abguß einer normalen *Asterionella*-Zelle. Diese *Asterionella* ist dieselbe Art, welche, einen Monat später in überwältigender Masse auftretend, die bis dahin vorherrschende *Biddulphia* ablöst.

Im Mai 1903 beobachtete dann wieder H. H. Gran[4]) bei *Chaetoceras decipiens* an lebendem Material Mikrosporenbildung, stellte darauf an diesem sogleich konservierten Fange die Kernteilung wie die Weiterteilung der Chromatophoren fest; es bleibt einer jeden der schließlich 32 Tochterzellen die normale, feststehende Zahl von Chromatophoren erhalten. Die Mikrosporen haben innerhalb der Mutterzelle „keine eigentliche Membran"; weiteres konnte an dem konservierten Material über die „kleinen Zellen, die wahrscheinlich im nacktem Zustande ausschlüpfen müssen", nicht ermittelt werden. Die von Murray und Bergon beobachteten Zellaggregate hält Gran für „absterbende von Gallerte umhüllte Massen" und meint, sie seien „rein pathologisch zu erklären".

Die zweite, bereits beim Erscheinen der ersten in Aussicht gestellte Mitteilung von Bergon[5]) erschien 1904 und bezieht sich auf Beobachtungen aus dem Winter 1903—1904. Leider fehlt auch hier noch jedwede Textzeichnung oder Tafelbeigabe. Der wesentliche Inhalt der Publikation ist, daß die Beobachtungen des vorhergehenden Jahres bestätigt werden konnten, daß ein Hinausgehen der Mikrosporen über 32 vorkommt, daß die Teilungen auf Karyokinese beruhen, daß sie nicht immer gleichmäßig in allen Tochterzellen stattfinden, und daß die Sporen während des Ueberganges aus dem 16-zelligen in den 32-zelligen Zustand beweglich werden. Jede besitzt

1) J. Newton Coomer, The reproduction of Diatoms. (19. Oct. 1898.) Journ. R. Microscop. Soc. London, 1899, p. 1, Pl. I—II.

2) H. H. Gran, Das Plankton des Norweg. Nordmeeres. Report on Norwegian Fishery and marine Investig., Vol. II, No. 5, 1902, 1 Taf.

3) P. Bergon, Note sur un mode de sporulation observé chez le *Biddulphia mobiliensis* Bailey. Bull. de la Soc. sc. d'Arcachon, 1902, Bordeaux 1903.

4) Römer und Schaudinn, Fauna arctica, Bd. III, 3. H. H. Gran, Die Diatomeen der arktischen Meere. 1. Diatomeen des Planktons, Jena 1904.

5) P. Bergon, Nouvelles recherches sur un mode de sporulation u.s.w., wie oben, Bull. d'Arcachon, 1903, Bordeaux 1904.

(meist 2) lange, am Ende etwas aufgeschwollene Geißeln, mit deren Hilfe sie sich in der Mutterzelle herum bewegen, endlich diesen Schutzort verlassen und im Freien umherschwärmen, bis sie sich mit Hilfe einer Geißel an benachbarten Fremdkörpern festsetzen und schließlich zur Ruhe kommen. Was aus den Schwärmern wird, ist unbekannt. Desgleichen fand Bergon einmal in einer *Chaetoceras*-Zelle — Endzelle einer in Mikrosporenbildung befindlichen Kette — 2 sehr kleine Sporen in deutlicher, wenn auch langsamer Bewegung. Sie verließen die Zelle und zeigten sich mit Geißeln versehen, deren Zahl und Natur jedoch nicht genauer festgestellt werden konnten. Endlich beobachtete Bergon noch in einer Zelle von *Ditylium Brightwelli* einmal zahlreiche in lebhafter Bewegung begriffene Körper, die wahrscheinlich Mikrosporen gewesen sein dürften.

Als nächste Veröffentlichung schließt sich dann ein Aufsatz von mir daran[1], der später in fast unveränderter Form in das „Phytoplankton[2] des Antarktischen Meeres" aufgenommen ist. In einer als *Corethron Valdiviae* bezeichneten Art hatte sich reichliche Bildung von Mikrosporen gezeigt, deren Entwickelung an dem vorzüglich konservierten Material in allen Stadien, zum Teil mit Einschluß der karyokinetischen Figuren verfolgt werden konnte bis zu einer Zahl von 128 Tochterzellen, also Mikrosporen. Die Thatsache, daß es gelang, verschiedene Zwischenstadien[3] aufzufinden, welche von diesen Mikrosporen zu den *Corethron*-Zellen zurückleiten konnten, veranlaßte mich, mit aller Reserve den hypothetischen Entwickelungsgang so anzunehmen, daß diese Mikrosporen, aus zwei verschiedenen Mutterzellen zugleich austretend, sich paarweise vereinigen, daß sie also Gameten darstellen. Die Zygoten wachsen heran und bilden bei der Keimung je 2 Tochterzellen. Jede Tochterzelle hat 2 Kerne. Einer von ihnen nimmt erheblich an Größe zu und bleibt als Großkern bestehen, der andere schwindet. Sodann bekleidet sich jede Tochterzelle mit einer Schale an demjenigen Ende der langgestreckten Zelle, welches den Großkern enthielt, der jetzt bereits den einzigen Zellkern darstellt. Andere Schale und Gürtelband müssen danach entstehen, die normale Zellgröße durch Auxosporenbildung hergestellt werden.

Im wesentlichen veranlaßt durch die Aufnahme dieser Darstellung in das „Phytoplankton des Antarktischen Meeres", entstand, wie es scheint, die Schrift von H. Peragallo[4], die ich bereits am Eingange dieses Kapitels anführen mußte. Ihr weitaus größerer Teil ist der ausführlichen Darstellung der im Vorhergehenden geschilderten historischen Entwickelung der Frage gewidmet, und Peragallo kommt zu dem von niemandem bestrittenen Resultat, daß Bergon zuerst am lebenden Objekt die ganze Entwickelung der Mikrosporen hat verfolgen und ihre Bewegungsfähigkeit beobachten können. Zu bedauern bleibt nur, daß es ihm trotz der Gunst der Bedingungen nicht gelang, die Weiterentwickelung festzustellen.

Ob damit nun für alle Mikrosporen bildenden Formen deren Beweglichkeit festgestellt ist, erscheint doch recht zweifelhaft. Die Befunde bei *Corethron* hatten mich jedenfalls veranlaßt, die Bewegungslosigkeit für wahrscheinlicher zu halten, auch nachdem mir der Widerspruch dieser

1) G. Karsten, Die sogenannten „Mikrosporen" der Planktondiatomeen und ihre weitere Entwickelung, nebst Bericht über *Corethron Valdiviae* n. sp. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1904, S. 544.

2) l. c. S. 107.

3) Die Einzelheiten sind an den genannten Orten leicht einzusehen, so daß ich auf eine Wiederholung hier verzichten darf. Peragallo hat mich in seiner gleich genauer zu analysierenden Schrift öfters mehrfach mißverstanden, wie noch gelegentlich erwähnt werden muß.

4) H. Peragallo, Sur la question des spores des diatomées. Succession d'évolutions. Arch. S. [illegible]

Annahme zu den Beobachtungen von Bergon bekannt geworden war[1]). Peragallo tadelt sodann, daß ich durch Verknüpfung zweier an verschiedenen Fängen festgestellten Thatsachen versucht hatte, die Entwickelung von der Mikrospore zurück zu den *Corethron*-Zellen zu verfolgen. Mir scheint mit Unrecht. Denn es kam nicht nur darauf an, die Lücken im beobachteten Entwickelungsgang von *Corethron* zu schließen, sondern die eigenartigen Befunde an den als Zwischenstufen angenommenen Gebilden forderten durch ihre Aehnlichkeiten mit gewissen Entwickelungsstadien der verwandten Desmidiaceen für sich selber eine Deutung. Durch die Verbindung beider Thatsachen und Einreihung in einen und denselben Lebenszirkel konnte die zunächst wahrscheinlichste Lösung der Frage gegeben werden. Selbstverständlich muß man sich des vorerst hypothetischen Charakters dieser Lösung stets bewußt bleiben. Ist es doch auch für weiteres Arbeiten leichter, eine bestimmte Vorstellung zu widerlegen oder zu bestätigen, als ohne eine solche Arbeitshypothese aufs Geratewohl zu suchen.

Wenn ich jetzt nach Durchsprechung der vorliegenden Bemerkungen in der Litteratur auf die Mikrosporenfrage zurückkomme, so muß ich gestehen, daß bei der weiteren Bearbeitung des „Valdivia"-Materials bisher nicht viel Neues dafür gefunden werden konnte. Nur einige über verschiedene benachbarte Fangstationen verstreute Funde von Mikrosporen bei einer, vielleicht auch verschiedenen, nicht näher bestimmbaren *Coscinodiscus*-Arten liegen vor. Fig. 3 und 4 auf Taf. LIV zeigen das hier in Betracht kommende Material. Fig. 3 läßt an den ziemlich scharfen Umrissen der in Frage stehenden Masse noch erkennen, daß es sich um eine Art von *Coscinodiscus* oder jedenfalls eine Coscinodiscoidee handeln muß. Die Zelle ist in Tochterzellen zerfallen, und diese liegen in Form kugelrunder Plasmaballen in der langsam mehr und mehr vergallertenden Mutterzellmembran. Die Teilungen sind nicht ganz gleichmäßig erfolgt; die linke Zellhälfte ist gegen die rechte um einen Teilungsschritt im Rückstande. In jeder der 6 zur Zeit vorhandenen Tochterzellen sind aber 2 Kerne im vakuoligen Plasma deutlich sichtbar, ein Zeichen, daß die weitere Zerlegung in noch kleinere Zellen alsbald erfolgt sein würde. — Fig. 4 zeigt ein sehr viel weiter vorgeschrittenes Stadium. In der fast ganz verquollenen Gallerte liegen in 4 Packen je 8 ovale Tochterzellen[2]) noch paarweise geordnet von der letzten jüngst erfolgten Teilung her, die aus 16 Zellchen 32 entstehen ließ. Hier ist meist nur ein Kern deutlich, daß aber die Teilung noch weiter gehen kann, lehrten mich andere aufgefundene Fälle, die mindestens 128 entsprechend kleinere Zellen in der Gallerthülle enthielten.

Mit diesen Ergebnissen ist ja nichts Neues gewonnen; wir haben vorher gesehen, daß Murray dieselben Resultate für *Coscinodiscus concinnus* erhalten hatte. Wenn man aber jetzt zugeben will, daß die Beobachtungen Murray's, die zuerst gerade von mir mit großem Miß-

1) G. Karsten, Antarkt. Phytopl., l. c. S. 111 weise ich in der Anmerkung auf den Widerspruch mit den Resultaten Bergon's hin. Im übrigen möchte ich, an die Beschwerde Peragallo's, l. c. S. 16, daß die Arbeiten Bergon's nicht berücksichtigt seien, anknüpfend, ausdrücklich betonen, daß die Veröffentlichung in einem kleinen Vereinsblättchen nicht zur Verbreitung einer Arbeit dienen kann. So ist das Bulletin d'Arcachon z. B. sogar auf der durch Vollständigkeit bekannten Kgl. Bibliothek in Berlin nicht zu erlangen gewesen. Und wenn die Herren ihre Veröffentlichungen auch dem Referenten des Specialgebietes in Just's Botanischem Jahresbericht, ehemals Pfitzer, vorenthielten, so ist eine Klage über Nichtberücksichtigung wenig am Platze. So hätte ich über den Inhalt der Arbeit von Bergon, Études sur la flore diatomique du bassin d'Arcachon etc. (Extrait du Bulletin de la Soc. scient. d'Arcachon 1902, Bordeaux 1903), nichts erfahren können, wenn nicht zufällig durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. O. Müller die Schrift mir bekannt geworden wäre.

2) Daß es sich nicht um die in mancher Hinsicht sehr ähnlichen Peridineengallertsporen handelt, geht aus der sehr dünnen Zellmembran hervor, die ich bei jener stets mehr gequollen und doppelt konturiert angetroffen habe.

trauen aufgenommen waren[1]), sich nach und nach bestätigt haben, so darf man auch die weiteren Angaben von ihm einer genaueren Prüfung unterziehen. Da sieht man, daß gleich zu Beginn der Mikrosporenbildung der noch ungeteilte, kontrahierte, ebensowohl wie der in 2, in 8 und in 16 Tochterzellen zerlegte Plasmakörper die Fähigkeit besitzt, sich innerhalb der Mutterzelle, oder aber nach deren Vergallertung in der die 1, 8 oder 16 Tochterzellchen umhüllenden Gallertmasse mit den der Art eigentümlichen Schalen zu umgeben, diese also auf der Plasmaoberfläche auszuscheiden (Textfig. 4). Den vorher erwähnten Einwand GRAN's, daß es sich hier um pathologische, im Absterben begriffene Zellen handle, kann man zugeben, insofern als die 8er und 16er Zellklumpen, der Abbildung nach, in diesem Falle dem Absterben verfallen scheinen. Aber die Frage, wie 8 resp. 16 Zellen gleicher Art und übereinstimmender Größe in die Gallertmasse hinein kommen, ist damit nicht erledigt. Und mir scheint, sie läßt sich kaum anders beantworten als dahin, daß aller Wahrscheinlichkeit nach eine in Mikrosporenbildung begriffene *Coscinodiscus*-Zelle den Ausgangspunkt gebildet hat.

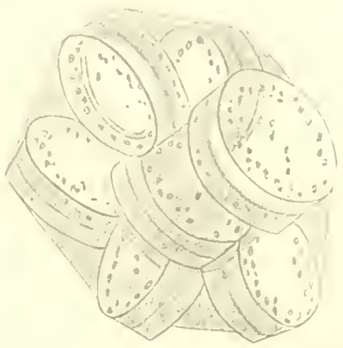


Fig. 4. *Coscinodiscus concinnus*. Packet mit 8 jungen Zellen. 500 : 1. Nach G. MURRAY.

Sollte sich das bestätigen, so wäre die Fähigkeit dieser Art festgestellt, durch äußere oder innere Faktoren die im Entstehen begriffene oder mehr oder minder vorgeschrittene Mikrosporenbildung zu unterdrücken und jede der bereits vorhandenen Zellen in eine kleinere *Coscinodiscus*-Zelle der betreffenden Species auszugestalten. Welche Einflüsse das sein mögen, läßt sich freilich auch nicht einmal erraten. — Wie aber, wenn dies die normale Entwickelung der Mikrosporen für *Coscinodiscus* wäre?

Vergegenwärtigt man sich, daß die Gattungen und Familien der Grunddiatomeen eine scharf ausgesprochene Sexualität besitzen, die sich nach den Untersuchungen der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts in zahlreichen specifisch verschiedenen Formen[2]) äußert, daß einzelne Arten dann wieder ihre Sexualität verloren haben und apogam geworden sind, daß die ganzen Sexualvorgänge hier mit dem Vorgange der Auxosporenbildung auf das engste verknüpft sind, so tritt die scharfe Scheidung dieser pennaten Formen unseren centrischen Planktonangehörigen gegenüber deutlich hervor. Bei diesen centrischen Planktonformen findet Auxosporenbildung so gut wie bei den pennaten Formen statt, aber jede Andeutung einer Sexualität ist hier geschwunden oder, um keinen mißverständlichen Ausdruck zu gebrauchen, fehlt.

Demgegenüber ist es wahrscheinlich gemacht[3]), daß die centrischen Planktonformen vielleicht mit der Ausbildung von Mikrosporen gleichzeitig ihre Sexualorgane entwickeln. Die von BERGON festgestellte Bewegung der Mikrosporen bei gewissen Formen kann diese Wahrscheinlichkeit nur erhöhen[4]).

1) G. KARSTEN, Diatomeen der Kieler Bucht, l. c. S. 155.

2) H. KLEBAHN, Beiträge zur Kenntnis der Auxosporenbildung, l. c. — G. KARSTEN, Untersuch. einer Diatomeen, I—III, l. c. — Ders., *Cocconeis*, *Surirella* etc., l. c. — F. OLTMANNS, Algen, Bd. I, 122.

3) G. KARSTEN, Mikrosporen etc., l. c. S. 553, und Antarktisches Phytoplankton, l. c. S. 113.

4) P. BERGON, Nouvelles recherches etc., l. c. p. 7. Es scheint, daß auch BERGON und PERAGALLO [illegible] Mikrosporen vermutet haben. Wenigstens hat PERAGALLO, cf. l. c. p. 14, nach einer Reduktionsteilung vor Bildung der Mikrosporen

Ebenso wie bei den verschiedenen Formenreihen der pennaten Diatomeen die Sexualität in ganz verschiedener Art und Weise sich Geltung verschafft hat, so kann man mit einigem Recht entsprechende Verschiedenheiten bei den vermuteten Sexualvorgängen der Planktonformen voraussetzen, und wir dürfen besonders annehmen, daß der bei den Grundformen so häufig und in der allermannigfaltigsten Art aufgedeckte Verlust der Sexualität auch bei den Planktonformen wiederkehren wird. — Wäre es nun nicht möglich, daß das von MURRAY beschriebene Verhalten von *Coscinodiscus concinnus*, nach den Ergänzungen, die ich aus der Entwickelung einer wahrscheinlich anderen Art geben konnte, einen solchen Fall von Geschlechtsverlust darstellt, derart, daß die Zerlegung der Zelle in Mikrosporen verschieden weit gedeiht, dann aber die direkte Umbildung dieser Zellen oder Zellchen in kleine *Coscinodiscus*-Individuen erfolgt, deren jedes durch Auxosporenbildung die normale Größe wieder erreichen kann?

Vergleich der centrischen und pennaten Diatomeen zur Klarstellung ihrer Beziehungen zu einander.

So schwach eingestandenermaßen die Fundamente für diesen Gedankengang einstweilen noch sind, so ist damit doch die Möglichkeit gegeben, neue Gesichtspunkte für die ganze Diatomeenkunde zu gewinnen. Ich habe bereits am angeführten Orte in der ersten Mitteilung über die *Corethron*-Mikrosporen darauf hingewiesen, daß die Verwandtschaft der centrischen und pennaten Formen dann eine viel weitläufigere sein möchte, daß beide auf ganz verschiedene Gruppen der Conjugaten hinführen würden.

Eine wesentliche Stütze dieser Anschauung ist darin gegeben, daß Mikrosporen, so oft sie in den letzten Jahren auch beobachtet sind, noch niemals bei einer pennaten Form vorgekommen sein dürften. Der einzige Fall, daß so etwas in der Litteratur erwähnt wird, ist der bei COOMBE im Diatomiste, den ich auf die gestörte Auxosporenbildung einer *Navicula* zurückführen konnte.

Daß damit eine erhebliche Differenz zwischen centrischen und pennaten Diatomeen nachgewiesen ist, die eine genauere Untersuchung der sonst bestehenden Unterschiede zwischen beiden rechtfertigt, läßt sich nicht verkennen. Nach der Zusammenstellung von SCHÜTT im ENGLER-PRANTL umfassen die Centricae folgende Familien: Discoideae, Solenoideae, Biddulphioideae und Rutilarioideae. Sehen wir von den letztgenannten, die nur eine einzige lebende Gattung *Rutilaria* umfassen, deren Auxosporenbildung noch unbekannt ist, ab, so steht fest, daß alle daraufhin beobachteten centrischen Formen ihre Auxosporen in der Weise entwickeln, daß eine Mutterzelle aus ihrem gesamten Plasmakörper, der in irgend einer Weise aus den Schalen sich befreit, eine neue vergrößerte Zelle bildet, die, zunächst von einem schwach verkieselten Perizonium umhüllt, in diesem die neuen Schalen eine nach der anderen ausscheidet. Ist die Schalenform wie bei *Gallionella*- und *Melosira*-Arten, vielleicht auch *Coscinodiscus*, eine kugelig gewölbte Fläche, so

gesucht, aber nichts Derartiges nachweisen können. So wenig Beweiskraft auch ein solcher negativer Befund besitzen mag, so ist doch der Hinweis am Platze, daß nach der von mir für *Corethron* vertretenen Auffassung die Kernreduktion, wie bei den Desmidiaceen, erst bei der Zygotenkeimung erfolgen sollte, hier also gar nicht gefunden werden könnte.

wird vielfach die erste Schale der inneren Wölbung des Perizoniums so fest angelegt, daß eine spätere Trennung beider nicht mehr stattfindet. Ob in allen Fällen, wie ich es früher annahm [1], eine unterdrückte Zellteilung dieser Form der Auxosporenbildung zu Grunde liegt, mag dahingestellt bleiben, da kein weiteres Material darüber zur Verfügung steht. Wesentlicher ist es zur Zeit, darauf hinzuweisen, daß kein Fall einer erheblich abweichenden Form der Auxosporenbildung für irgend eine centrische Art bisher bekannt geworden ist.

Eine sexuelle Vereinigung zweier irgendwie gestalteter Plasmakörper entfällt hier bei der Auxosporenbildung also ganz. Die Sexualität ist nach den vorher entwickelten Deutungen vielmehr auf einen für die centrischen Formen allein charakteristischen Vorgang, die Mikrosporenbildung, übergegangen. Mikrosporen würden demnach Gameten vorstellen. In vielleicht zahlreichen Fällen sind diese aber nicht mehr in der Lage, ihrer Funktion zu entsprechen, die Formen sind apogam geworden, wofür wahrscheinlich in *Coscinodiscus* ein Beispiel vorliegt.

Ein weiteres für die centrischen Formen charakteristisches Merkmal scheint die Entwickelung abweichend geformter Ruhesporen oder Dauerzellen zu sein. Solche sind bekannt für *Chaetoceras* [2], *Bacteriastrum* [3], *Rhizosolenia* [4], *Lauderia* [5], *Detonula* [6], *Thalassiothrix gravida* [7], *Melosira hyperborea* [8], *Melosira italica* Kütz. [9], und eine entsprechende Rolle spielen in anderen Fällen voraussichtlich auch die als „Winterformen" oder „Dauersporengenerationen" bezeichneten, durch dickere Schalen und deren einfachere Ausgestaltung von den typischen „Sommerformen" oder „Vegetationsgenerationen" unterschiedenen Zellen [10]. Es soll nicht geleugnet werden, daß dies Verhalten ja vielfach sich mit den abweichenden ökologischen Verhältnissen wird erklären lassen, aber es fällt doch auf, daß solche Formunterschiede bei den zahlreichen, aus der Reihe

---

1) G. Karsten, Diatomeen der Kieler Bucht, l. c. S. 182 f. Hier findet sich auch S. 185 die Zusammenstellung der bis 1899 beobachteten Fälle von Auxosporenbildung nach diesem als Typus IV aufgestellten Modus. Seitdem sind folgende weitere Fälle gleicher Art zur Kenntnis gelangt: *Melosira granulata* (Ehrbg.) Ralfs in Holmboe, Norske Ferskvandsdiatomeer, 1899; *Rhizosolenia styliformis* Brightw. in H. H. Gran, Norw. Nordmeer, 1902; *Cylindrotheca closterium* var. *Lemaneae* O. Müller in Bachmann, Pringsheim's Jahrb. Bd. XXXIX, 1903; *Thalassiosira baculata* (Grun.) Ostf. in Ostenfeld, Faröes etc., 1903; *Melosira Sundvikii* O. Müller in O. Müller, Pleomorphismus etc., Pringsheim's Jahrb., Bd. XLIII, 1906; *Detonula Schroederi* Gran in Br. Schröder, Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, Bd. LI, 1906; *Rhizosolenia inermis* Castr., *Rh. semispina* Hensen, *Rh. bidentata* G. K., *Corethron Valdiviae* G. K., *C. inerme* G. K. in G. Karsten, Antarkt. Phytopl., l. c. 1905; *Hemiaulus chinensis* Grev., *Biddulphia indoensis* Bail. und *Rhizosolenia Stolterfothii* H. P. bei J. Pavillard, L'etang de Thau etc., l. c. 1905, Pl. II, Fig. 8—11, Pl. III, Fig. 6, 11.

2) Zusammenstellung der zahlreichen Beobachtungen, soweit nordische Formen in Betracht kommen, bei H. H. Gran, Nord. Plankton, l. c. S. 58—98.

3) H. H. Gran, ibid., S. 57, und G. Karsten, Atlant. Phytopl., 1906, S. 170.

4) V. Hensen, Bestimmung des Planktons etc., l. c. S. 85, Tal. V, Fig. 38.

5) H. H. Gran, Planktondiatomeen. Nyt Mag. for Naturw., Bd. XXXVIII, 2, 1900, S. 111, und P. Bergon, Études etc., 1903, Pl. I, Fig. 14.

6) Nach Gran, ibid., S. 113.

7) H. H. Gran, ibid., S. 111.

8) H. H. Gran, Ice-floes etc., l. c. S. 52, Taf. III, Fig. 11—15.

9) O. Müller, Pleomorphismus etc., l. c. S. 75.

10) G. Karsten, Antarkt. Phytopl., l. c., 1905, S. 19. — H. H. Gran, Fauna arctica, l. c., 1904, S. 524 f.

Die betreffenden Arten sind: *Rhizosolenia hebetata* Bail. forma *hiemalis* Gran und *Rh. hebetata* f. ma *semispina* Hensen als Subspecies von *Rhizosolenia semispina* Hensen. Sodann *Ethmodiscus rex* Castr., *Corethron inerme* G. K., *Chaetoceros criophilum* Castr. Ein sehr interessanter Fall ist dann noch von P. Bergon, Notes sur certaines particularités etc., Bull. d'Arcachon, 1905, p. 247, leider wiederum ohne Abbildung, mitgeteilt für *Stephanopyxis turgida*. Es bildet sich in der Kette zuerst ein Paar sehr viel dickerer Schalen Rücken an Rücken und durch den nächsten Teilungsschritt 2 weitere Paar, die beide Grenzzellen mit ungleichen Schalen gehen zu Grunde, die beiden mit dickeren Schalen versehenen Zellen haben als Ruhesporen oder Dauersporengeneration erhalten. Die Zeit des Auftretens ist Oktober-November und Januar in den beobachteten Fällen. Erste Erwähnung und Abbildung bei O. H. Ostenfeld, Jagttagelser etc., l. c., 1901, S. 280, 290.

der pennaten Diatomeen stammenden Planktonten, wie *Thalassiothrix*, *Fragilaria*, *Nitzschia seriata*, *Navicula membranacea* u. s. w., nicht wenigstens in einem Falle auch gefunden worden sind.

Dieser Umstand läßt eine Vergleichung der verschiedenen Art und Weise wünschenswert erscheinen, die man von centrischen und von pennaten Formen für die Herstellung des „Formwiderstandes" verwendet findet. Die in tieferen Lagen schwebenden Discoideen werden hauptsächlich durch Modifikationen des specifischen Gewichtes ihres Zellinhaltes das Uebergewicht ihrer relativ dicken und schon der weiten Bogenspannung nach mit Notwendigkeit fest gebauten Schalen ausgleichen müssen. Das gleiche Mittel wird von der Mehrzahl der pelagischen Naviculaceen und Nitzschioideen zur Anwendung gebracht, jedoch mit der Abänderung, daß bereits der Schalenbau auf das unbedingt nötige Maß an Wandstärke beschränkt bleibt. Man vergleiche z. B. *Navicula pellucida* G. K., *N. oceanica* G. K., *Pleurosigma directum* Grun., *Scoliopleura pelagica* G. K., *Nitzschia* [*pelagica* G. K.[1]) =] *oceanica* G. K. und die *Chuniella*-Arten, wie sie auf Taf. XVIII Antarktisches Phytoplankton dargestellt sind, mit anderen Vertretern derselben Gattungen, aber nicht pelagischer Lebensweise. Freilich gehören diese Formen auch demgemäß nicht zum Tiefen-, sondern zum Oberflächenplankton.

Sehr viel ausgiebiger wird in der Familie der Solenoideen von auffälligeren Mitteln zur Erhöhung des Formwiderstandes Gebrauch gemacht. Hier ist es vor allem die Einschiebung ungezählter Zwischenbänder bei den *Dactyliosolen-*, *Lauderia-* etc. und besonders *Rhizosolenia*-Zellen, sodann die Verbindung dieser Zellen zu Ketten, welche die leichtschwebenden Formen auszeichnet. *Corethron* fügt diesen Mitteln die Aussendung zahlreicher langer Borstenhaare hinzu, wobei freilich die Kettenbildung beeinträchtigt wird. Es ermöglicht aber dadurch, wie besonders durch seine Widerhaken eine völlige Verfilzung großer Zellmengen zu schwebenden Verbänden größten Volumens bei äußerst geringfügiger Masse. *Chaetoceras* und *Bacteriastrum* endlich aus der Familie der Biddulphioideen bringen meist unter Verzicht auf die Zwischenbändereinschiebung — von der nur *Peragallia*, eine offenbar nicht häufige Gattung, Gebrauch macht — die Aneinanderreihung der Zellen zu Ketten und gleichzeitig die Aussendung mächtiger weit ausgebreiteter Borsten- und Hörnermassen, die im Wasser allseitig abstehen und häufig durch zahlreiche abgespreizte feine Härchen den Formwiderstand weiter vermehren, das äußerste Maß dessen hervor, was an Abänderung der Ausgangsform zur Erhöhung der Schwebfähigkeit von Diatomeen geleistet worden ist.

Demgegenüber fehlt das Mittel der Zwischenbänder-Einschiebung den pennaten Planktonformen fast gänzlich. Sie erreichen dasselbe Ziel auf ganz anderem Wege, indem bei *Synedra*- und *Thalassiothrix*-Arten, vereinzelt auch bei *Nitzschia* (*N. Gazellae* G. K.) an Stelle der Pervalvarachse die Apikalachse eine entsprechende übermäßige Verlängerung erfährt, wie auf Taf. XVII, XVIII Antarktisches Plankton, Taf. XXX Atlantisches Phytoplankton und Taf. XLVI Indisches Plankton zu ersehen ist. Die Kettenanreihung von Zellen findet sich freilich bei *Fragilaria*-Arten, bei *Navicula membranacea* Cl. und bei *Nitzschia seriata* Cl. in mehr oder minder ausgeprägter Weise, bei *Fragilaria* bei weitem am vollkommensten vertreten, die Hörnerbildung aber ist den pennaten Formen wiederum völlig fremd.

Dagegen besitzen die *Navicula*- und *Nitzschia*-Arten wenigstens in der Bewegungsfähigkeit ein Mittel, das vielleicht für die Erhöhung der Schwebfähigkeit mit in Betracht kommen kann

[1]) Cf. G. Karsten in Arch. f. Hydrobiologie u. Planktonkunde, Bd. I, 1906, S. 380, Anm.

und den centrischen Planktonformen durchaus abgeht, da ja gerade wie beim Schwimmen von Tieren und Menschen stets neue Wassermassen zum Tragen in Anspruch genommen und die Reibung der Zellen am Medium erhöht werden muß. Diese Fragestellung hatte ich bereits im Antarktischen Plankton[1]) aufgeworfen, und PERAGALLO[2]) hat die Liebenswürdigkeit gehabt, darauf zu antworten und hervorzuheben, daß sowohl die *Chunicella*-Arten, wie die Ketten von *Navicula membranacea*[3]) und *Nitzschia seriata* lebhafte Bewegung bei Beobachtung lebenden Materials zeigen; man wird also das Gleiche für die übrigen Naviculoideen und Nitzschioideen voraussetzen dürfen. Daß damit ein prägnanter Beweis für das Freischwimmen (nicht Gleiten) der Diatomeen geliefert ist, mag nur nebenbei erwähnt sein. Als unberechtigt muß ich aber den Einwand PERAGALLO's abwehren, den er in Bezug auf meine Vergleichung von *Nitzschia seriata* Ketten mit denen von *Nitzschia (Bacillaria) paradoxa* GRUN. macht. Daß die Zellen auch bei *Nitzschia seriata* CL. zu irgend einer Zeit gegeneinander beweglich gewesen sein müssen, geht ja unzweifelhaft daraus hervor, daß ihre Rücken an Rücken entstandenen Schalen in die bekannte Lagerung verschoben sind, in der nur die Zellenden aneinander haften. Hier scheinen sie dann freilich zu verwachsen, wie aus der mir entgangenen Angabe von PERAGALLO[4]) hervorgeht, daß beim Zerbrechen der Kette ein kleines dornähnliches Fragment der abgebrochenen Schale an der neuen Endzelle resp. Schale haften bleibt.

Machen wir jetzt die Gegenrechnung auf und sehen uns die charakteristischen Abweichungen in der Entwickelungsgeschichte der pennaten Formen den bisher betrachteten centrischen gegenüber genauer an! Mag der letzterwähnte Punkt, der die Dauersporen betraf, hier vorangestellt werden, so sind wirkliche Ruhesporen bei den zu den Pennatae rechnenden Familien der Naviculoideae, Achnanthoideae, Nitzschioideae (inkl. der mit ihnen, nach dem gleichen Raphenbau zu urteilen, näher verwandten Surirelloideae) und Fragilarioideae[5]) nicht bekannt geworden. Nur die sogenannten Craticularzustände[6]) lassen sich ihnen an die Seite stellen, Zustände, welche ihr Charakteristikum darin besitzen, daß um den zusammenschrumpfenden Plasmakörper innerhalb seiner ihn umkleidenden Schalen weitere Schalenpaare nach und nach ausgeschieden werden, deren Ausmaße dem andauernden Zusammenschrumpfen entsprechend stets geringer werden.

Während sodann die Mikrosporenbildung den pennaten Formen gänzlich fehlt, tritt in der Art der Auxosporenentwickelung eine außerordentliche Mannigfaltigkeit auf, im schroffen Gegensatz zu der Einförmigkeit dieses Vorganges bei den Centricae. Wenn ich mich hier, da die Sexualität den wesentlich hervortretenden Zug gegenüber den centrischen Formen bildet, der Auf

1) l. c. S. 22.

2) H. PERAGALLO, Sur la question des spores des Diatomées. Bulletin de la Station biologique d'Arcachon 1904—1905, Troyes 1906, p. 17 u. 18.

3) P. BERGON, Certaines particularités etc., l. c. p. 253, beschreibt die Bewegung genau. Er geht dann von der [illegible] Voraussetzung aus, daß die Unterlage des Objektträgers notwendig sei, daß also nur die eine dieser [illegible] Zelle einer aufgelegten Kette die Bewegung verursache. Von O. MÜLLER ist (Ortsbewegung Bd. IV, S. 112) ausdrücklich nachgewiesen, daß die Unterlage nicht notwendig ist, daß die Bewegung vielmehr frei durch das Wasser hindurch [illegible] werden daher auch die 12 Zellen gleichmäßig an der Bewegungsleistung teilgenommen haben.

4) H. et M. PERAGALLO, Les Diatomées marines de France, p. 208. Es ist [illegible], zu sehen, daß auch PERAGALLO [illegible] die Wichtigkeit der Chromatophoren für systematische Zwecke anerkennt, wenigstens gilt [illegible] Chromatophoren wieder.

5) H. PERAGALLO, Question des spores etc., l. c. p. 15, erwähnt, BERGON habe [illegible] Lyratae „statospores, parfaitement endochromées" gefunden. Mangels genauerer Angabe der Veröffentlichung [illegible] in Erfahrung bringen können.

6) E. PFITZER, Bacillariaceen, 1871, S. 102 ff. — G. KARSTEN, Diatomeen der Kieler Bucht, l. c. S. 15[illegible]

fassung, wie sie Oltmanns[1]) vertreten hat, anschließe, so lassen sich alle Vorgänge auf den Typus II meiner Bezeichnungsweise[2]) zurückführen, daß nämlich 2 aneinander gelagerte Mutterzellen sich teilen und nach einer weiteren Kernteilung in jeder der 4 Tochterzellen diese wechselseitig verschmelzen lassen. So entstehen jedesmal 2 Zygosporen oder Auxosporen, die beträchtlich heranwachsen, von ihrem schwach verkieselten Perizonium umhüllt. Nach Erreichung ihrer definitiven Größe werden nacheinander die beiden Schalen auf der Oberfläche des ein wenig kontrahierten Plasmakörpers abgeschieden, und alsdann schlüpft die erste Zelle einer größeren neuen Generation aus jeder der beiden Zygoten hervor, indem sie das, meist bereits an beiden Scheitelwölbungen vergallertende, Perizonium vollends durchbrechen. Besondere Aufmerksamkeit verdient die doppelte Kernteilung[3]) in den beiden Ausgangszellen, in der, obgleich bei der Schwierigkeit der Objekte ganz klare Resultate noch nicht erreicht werden konnten, doch zweifelsohne eine Reduktionsteilung erblickt werden muß, wie sie den Sexualakten vorangeht. So sieht man in jedem der 4 zusammenlagernden Gameten nach erfolgter zweiter Teilung des Kernes je einen langsam zum Kleinkern degenerieren, der alsbald völlig zu Grunde geht, während der andere, der Großkern, als Sexualkern auftritt und nach paarweiser Vereinigung der einander gegenüberliegenden Plasmaballen mit dem entsprechenden Großkern verschmilzt. Dieser ganze Vorgang ist also für die Auxosporenbildung der pennaten Formen typisch. Eine bei *Surirella*[4]) sich findende Abweichung (von mir l. c. als Typus III bezeichnet), besteht darin, daß die Kernteilungen zwar ebenso verlaufen, aber die Zerlegung jeder Mutterzelle in 2 Gameten unterbleibt; es wird schließlich nur einer der Kerne Großkern, die übrigen 3 degenerieren. Demgemäß stellt jede Mutterzelle in ihrer Totalität einen Gameten dar, und es resultiert nur eine Zygospore. Aehnlich verhält sich *Cocconeïs*, mit dem Unterschiede, daß die zweite Kernteilung ausfällt, also nur ein Großkern und ein Kleinkern in jeder je einem Gameten entsprechenden Mutterzelle gebildet werden. Mit *Cymatopleura* setzt dann eine trotz völlig gleichen Anfanges anders auslaufende Auxosporenbildung ein, insofern als die Verschmelzung der Gameten unterbleibt; jeder austretende Plasmakörper wächst für sich allein zu einer Auxospore aus, die Gattung ist apogam geworden.

Vereinzelte Fälle von Apogamie finden wir mit sehr verschiedener Abstufung in fast allen Familien der pennaten Diatomeen. Für die Achnanthoideae wäre *Achnanthes subsessilis*[5]) mit geschwächter Sexualität zu erwähnen, bei der die beiden nach Typus II gebildeten Gameten derselben Mutterzelle sich zu einer Auxospore vereinigen, für die Nitzschioideae außer der bereits genannten *Cymatopleura* noch *Nitzschia paradoxa*[6]), welche einen unterdrückten Teilungsvorgang freilich noch in ihren Chromatophoren erkennen läßt, aber ohne Aneinanderlagerung zweier Zellen den ganzen Inhalt einer Mutterzelle zu einer Auxospore auswachsen läßt.

Während nun für diese frei beweglichen Zellen, welche also die Vereinigung zweier Zellen durchweg gestatten würden — auch *Cocconeïs* ist frei beweglich, wie gegenteiligen Angaben gegenüber noch einmal festgestellt sei, da es auf seiner Unterschale, die dem Substrat

1) F. Oltmanns, Morphologie und Biologie der Algen, Bd. I, 1904, S. 122 ff.

2) G. Karsten, Diatomeen der Kieler Bucht, l. c. S. 184.

3) H. Kylbahn, *Rhizosolenia* etc. Pringsh. Jahrb., Bd. XXIX, 1896, S. 615. — G. Karsten, Diatomeen, I—III, Flora, 1896—1897, Ergänzungsbd., und Diatomeen der Kieler Bucht, 1899.

4) G. Karsten, Auxosporenbildung von *Cocconeïs*, *Surirella* und *Cymatopleura*, Flora, 1900, S. 253.

5) G. Karsten, Diatomeen der Kieler Bucht, l. c. S. 43.

6) Ibid. S. 125.

anliegt, mit typischer Naviculaceenraphe ausgerüstet ist — ein Grund des Auftretens von Apogamie durchaus nicht ohne weiteres zu erkennen ist, liegen die Verhältnisse etwas anders für die Familie der Fragilarioideae. Die Angehörigen dieser Familie entbehren durchweg der Beweglichkeit; ob sie früher beweglich gewesen, wie bereits vermutet worden ist[1], läßt sich nicht genau feststellen. Jedenfalls lernten wir ja in *Fragilaria*, *Synedra*, *Thalassiothrix* wichtige Mitglieder des Phytoplanktons kennen. Wie mögen sie sich in Bezug auf die Auxosporenbildung verhalten?

Beginnen wir mit *Synedra*[2], so ist nur für *Synedra affinis* Auxosporenbildung in der Weise beobachtet, daß die Zellen sich teilen und jede Tochterzelle zur Auxospore auswächst, eine zweite Teilung des Kernes läßt sich häufiger nachweisen, die dann aber durch Verschmelzung der beiden Kerne, ohne weitere Spuren zu hinterlassen, zurückgeht. Danach ist also diese Form apogam geworden, während sie noch deutlich auf eine früher nach Typus II verlaufende Bildungsweise hinweist. Bei den Tabellarieen ist *Rhabdonema arcuatum*[3] untersucht; es stimmt mit *Synedra* überein, nur war die 2. Kernteilung nicht mehr nachzuweisen. *Rhabdonema adriaticum*[4] geht noch einen Schritt weiter zurück; es stößt einen der beiden Tochterkerne aus dem Plasmakörper aus und entwickelt aus der ganzen Mutterzelle nur eine Auxospore. Ferner ist *Meridion circulare*[5] beobachtet, doch findet sich darüber nur die kurze Angabe, daß aus zwei Mutterzellen durch Konjugation zwei Auxosporen entstehen. Endlich giebt es eine ältere Angabe über das Verhalten von *Eunotia (Himanthidium)*[6], nach der sich diese Gattung etwa wie *Cocconeis* oder *Surirella* verhalten dürfte. Bei den großen Differenzen, die schon innerhalb einer Gattung vorkommen, ist also ein Schluß auf die Form der Auxosporenbildung für *Tabellaria*, *Grammatophora*, *Striatella*, *Licmophora*, *Climacosphenia*, *Thalassiothrix*, *Asterionella*, *Diatoma*, *Plagiogramma*, *Fragilaria* u. s. w. nicht möglich. Immerhin bestätigen die wenigen Angaben, die vorliegen, bereits, daß einmal die Zurückführung der Auxosporenbildung für einige Arten auf den für alle pennaten Formen zu Grunde liegenden Typus II geboten ist, daß zweitens noch weitergehende Reduktion eine Form des Vorganges bewirkt hat, die man ohne genauere Kenntnis der Entwickelung geneigt sein möchte, dem bei den centrischen Arten herrschenden Typus IV zuzurechnen, daß ferner außer diesen apogam verlaufenden Fällen ältere, zum Teil unkontrollierbare Angaben über einige vielleicht mit Sexualität verbundene Auxosporenbildungen berichten. Also nur die Fragilarioideae könnten vielleicht noch Ueberraschungen bereiten, doch darf man annehmen, daß auch solche Fälle, wie derjenige von *Rhabdonema adriaticum*, bei genauer Beobachtung auf Typus II sich werden zurückführen lassen. Jedenfalls fehlt jede Angabe über etwaige Mikrosporenbildung.

Somit gelangen wir zu dem Schlusse, daß die centrischen und pennaten Diatomeenformen, abgesehen von den Verschiedenheiten ihrer Umrißform, ihres Bauplanes, ihrer mangelnden oder vorhandenen Bewegungsfähigkeit, oder doch solcher Organe, die für zur Zeit nicht mehr funktionsfähige frühere Bewegungsorgane gelten können, so tief greifende Differenzen in ihrer

1) G. Karsten, Diatomeen der Kieler Bucht, l. c. S. 178.
2) G. Karsten, Diatomeen der Kieler Bucht, S. 25.
3) Ibid. S. 32.
4) Ibid. S. 33.
5) I. E. Lüders, Organisation, Teilung und Kopulation der Diatomeen, [illegible] S. [illegible]
6) Thwaites, On conjugation in the Diatomaceae. Ann. and Mag. of Nat. History, Ser. I, Vol. XX, [illegible] Pl. XXII, Fig. 2—5, wiederholt in W. Smith, Synopsis, l. c. I f. D, Fig. 28[illegible]

ganzen Entwickelung, sowohl der Auxosporen wie der Sexualorgane aufweisen, daß sie in zwei scharf zu trennende Unterklassen zu zerlegen sind, die auf zwei verschiedene Zweige der Conjugatae zurückgeführt werden müssen, die Pennatae auf die Mesotaeniaceae oder deren Vorgänger, die Centricae auf die Desmidiaceae oder frühere ihnen ähnelnde Formen[1]).

Taf. LIV, Fig. 3. Verquellende Discoideenzelle in Mikrosporenbildung. (500 : 1) 333.

Fig. 4. Weiter vorgeschrittener Zustand mit 32 Mikrosporen. (500 : 1) 333.

Zur Phylogenie der Gattung *Rhizosolenia*.

Die zahlreichen Arten dieser großen Gattung sind von H. Peragallo[2]) nach der Struktur ihrer Gürtelbänder in 3 verschiedene Sektionen eingeteilt. Die Annulatae haben ringförmige Zwischenbänder, jedes von der Länge des Zellumfanges; die Squamosae besitzen einzelne Schuppen, deren stets zahlreiche auf einen und denselben Querschnitt gehen, die Genuinae solche, von denen meist nur 2 — höchstens 4 — auf dem gleichen Querschnitt sich finden[3]). Bei diesen letzteren gehen die Schuppen demgemäß fast um den ganzen Zellumfang herum, cf. die Tafeln X, XI, XXIX, XLI, XLII, bei jenen bedeckt jede nur einen entsprechend kleineren Teil des Umfanges, cf. Taf. XI, XXIX, XXX, XLI, XLII. Da ist es sehr auffallend, daß Gran bei Beobachtung der Auxosporenbildung von *Rhizosolenia styliformis*[4]) feststellen konnte, daß bei dieser zu den Genuinae gehörigen Art die erste Schale trotzdem nach dem Bauplan der Squamosae zusammengesetzt war. Erst die weiter folgenden Schalen zeigten den normalen Bau der Genuinae. Weitere Angaben über ähnliches Verhalten von *Rhizosolenia*-Auxosporen liegen bisher nicht vor (Textfig. 5).

Wie nun bei höheren Pflanzen vielfach beobachtet werden kann und ganz allgemein angenommen wird, wiederholen die Jugendstadien Entwickelungszustände, die in der Stammesgeschichte mehr oder minder weit zurückliegen und aus den weiter folgenden Stufen des Einzelentwickelungsganges völlig verschwunden sind. Eins der bekanntesten Beispiele sind die ersten doppelt gefiederten Blättchen, welche gleich nach den Kotyledonen der phyllodinen *Acacia*-Arten Australiens auftreten, während die Folgestadien keine Spur mehr davon erkennen lassen. Die Abstammung der phyllodinen Arten von solchen, die doppelt gefiederte Blättchen besaßen, geht daraus hervor.

Aller Wahrscheinlichkeit nach wird man mit gleicher Berechtigung folgern dürfen, daß die squamosen Gürtelbänder der ersten Auxosporenschale einem früheren Zustande der *Rhizosolenia*

1) Dieses Kapitel war im wesentlichen im August 1906 fertiggestellt und führt die bereits im Antarktischen Phytoplankton S. 113 ausgesprochenen Gedanken über die Notwendigkeit einer Trennung der Diatomeen, ihrer verschiedenen Abstammung gemäß, in zwei Unterklassen genauer aus. Gerade vor Absendung des M.S. erhalte ich noch eine Veröffentlichung von H. Peragallo: Sur l'évolution des Diatomées, Soc. scient. d'Arcachon, T. IX, 1906, p. 110, in der ganz ähnliche Folgerungen gezogen werden, obgleich der Verf. von ganz anderen Gesichtspunkten ausgeht und die Entwickelungsgeschichte völlig unberücksichtigt läßt. Es ist erfreulich, auf ganz anderen Wegen erhalte ich Bestätigung seiner Anschauungen zu vernehmen. Eine mir zugeschriebene Behauptung möchte ich aber hier berichtigt lassen. S. 117 übersetzt Peragallo einen Satz aus den „Diatomeen der Kieler Bucht", S. 145: „Le type coccochromatique ne constitue pas un type inferieur etc.", während es, sinngemäß übersetzt, heißen müßte: Le type coccochromatique ne constitue pas en tout cas un type inferieur etc., was, wie leicht ersichtlich ist, einen erheblich verschiedenen Sinn ergiebt.

2) H. Peragallo, Monogr. du genre *Rhizosolenia*. Diatomiste, T. I, p. 79—82, 99—117, p. 108, Pl. I—V.

3) Vgl. dazu G. Karsten, Antarkt. Phytoplankton, l. c. S. 94.

4) H. H. Gran, Norw. Nordh.-Exp. 1902, S. 173.

styliformis entsprechen. Das heißt mit anderen Worten, daß die Vorfahren von *Rhizosolenia styliformis* squamosen Bau besaßen.

Somit muß man annehmen, daß die Squamosae einen älteren Typus der Gattung *Rhizosolenia* darstellen als die Genuinae, daß diese in der phylogenetischen Entwickelungsreihe jünger und wohl den herrschenden äußeren Verhältnissen besser angepaßt sein dürften.

Da ist es denn interessant, zu sehen, daß vielen *Rhizosolenia*-Formen sowohl eine squamos, wie eine „genuin“ gebaute Form entspricht, die teilweise geographisch getrennt vorkommen, teilweise aber auch am gleichen Standorte untereinander gemengt sich finden. Das erstere ist bei der im Indischen Ocean häufigen squamosen *Rhizosolenia amputata* Osti. verwirklicht, welcher im Atlantischen Ocean die ihr ohne eingehende Untersuchung völlig ähnelnde *Rhizosolenia stricta* G. K. von genuinem Bau entspricht. Taf. XXIX, Fig. 11 stellt *Rhizosolenia stricta* dar, mit der man Taf. XLII, Fig. 2 vergleichen wolle, die *Rhizosolenia amputata* wiedergiebt.

Ebenso sind *Rhizosolenia alata*, genuin gebaut, und *Rhizosolenia africana*, von squamosem Bau, einander entsprechende Formen, *Rhizosolenia similis*, squamos, und *Rhizosolenia styliformis*, genuin; in diesen beiden Fällen kommen die Parallelformen neben- und durcheinander im Indischen Ocean vor.

Lassen wir die anderen Formen, deren Auxosporen nicht bekannt sind, beiseite und halten uns an *Rhizosolenia styliformis*, so wird es nicht allzuweit gefehlt sein, anzunehmen, daß die *Rhizosolenia similis* den Vorfahren von *Rhizosolenia styliformis*, von welchen die squamose Erstlingsschale in ihrem Entwickelungsgange erhalten blieb, ähnlich sehe. Während nun *Rhizosolenia styliformis* zu den häufigsten Arten überall und so auch im ganzen Indischen Ocean gerechnet werden kann, ist *Rhizosolenia similis* sehr viel seltener und nur in einigen Fängen an der afrikanischen Küste nachgewiesen worden. Vielleicht wird sich bei weiterer Beobachtung dieser Befund als allgemeiner gültig herausstellen. Man würde damit einen Fall gefunden haben, in dem die Verdrängung einer älteren Art durch eine jüngere, ihr im Bautypus überlegene nachweisbar wäre. Worin freilich die Ueberlegenheit besteht, ob in dem festeren Gefüge weniger mit langen Randstrecken aneinander gefalzter Schuppen, gegenüber dem Aufbau aus sehr zahlreichen einzelnen Schuppenstücken, läßt sich nur vermuten, wenn man es auch aus der Thatsache, daß diese Falzstellen die schwachen Punkte im Rhizosolenien-Aufbau sind[1], mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit ableiten dürfte. — Ob sich vielleicht bei weiterer Kenntnis der Auxosporenbildung der Parallelformen eine von der im systematischen Teil[2] gegebenen, immerhin schematischen Einteilung abweichende, natürlichere Anordnung ergeben wird, mag hier nur angedeutet sein.

Fig. 5. *Rhizosolenia styliformis* Brtw. Zelle nach der Auxosporenbildung. Die Mutterzelle ist nur noch als ein Bruchstück vorhanden (unten), die Auxospore hat sich schon wenigstens 2 Mal geteilt. 225 : 1. Nach H. H. Gran.

1) Cf. Antarkt. Phytoplankton, S. 11 u. 12, und hier S. 509.

2) Cf. oben S. 375 ff.

Giebt es Diatomeenzellen, die andauerndes Schalenwachstum besitzen?

Die eigenartigen Wachstumsverhältnisse der Diatomeen [1]) gestatten ihren Zellen bekanntlich nur eine Zunahme in Richtung der Pervalvarachse [2]). Es können sich demnach die beiden Schalen einer Zelle sehr wohl voneinander entfernen, die Gürtelbänder halten mit dem Zuwachs der Zelle Schritt und sorgen für ihre stete Umkleidung. Eine Vergrößerung der Schalen dagegen ist — darüber ist man wohl allgemein einig — im allgemeinen ausgeschlossen. Vielmehr müssen sich von einer Teilungsgeneration zur nächsten die Schalendurchmesser verringern, und zwar jedesmal um die Dicke der Schalenwand, da ja die Unterschale in die Oberschale eingepaßt ist, wie der Schachtelboden in ihren Deckel. Wie die Zellform im übrigen beschaffen ist, ob ihr Querschnitt in der Transapikalebene elliptisch, kreisrund oder viereckig, oder sonstwie gestaltet sein mag, das alles ändert an dem Wachstumsgesetze nichts.

Gelegentlich einer Besprechung [3]) der bis dahin bekannt gewordenen Fälle von Auxosporenbildung suchte ich dies allen anderen Pflanzen gegenüber abweichend erscheinende Wachstumsverhalten durch den Hinweis dem Verständnisse näher zu bringen, daß eine jede wachsende Pflanzenzelle rings von gleichalterigen Membranstücken umgeben sei, während z. B. bei einer *Nitzschia* oder *Navicula* ein Wachstum in Längsrichtung der Schalen die gemeinsame und gleichmäßige Verlängerung einer älteren und einer jüngeren Schale voraussetzen müßte.

Im Zusammenhange mit dieser hier wohl zuerst betonten Differenz erscheint es plausibel, daß die Discoideen und vor allem die Solenoideen, deren Pervalvarachse länger zu sein pflegt, als die beiden übrigen Zellachsen, auch recht erhebliches Längenwachstum besitzen und stets unter die längsten Diatomeenzellen rechnen.

Die in der Ueberschrift des Kapitels gestellte Frage würde nun den Nachweis verlangen, ob etwa eine derartige Zelle auch im stande wäre, außer in Richtung ihrer Pervalvarachse sich zu strecken, eine Dehnung in Richtung ihres Querdurchmessers vorzunehmen. Sieht man sich die Zellformen daraufhin genau an, so erscheinen überall die Schalen als festgeschlossene Gebilde, die die Möglichkeit einer nachträglichen Vergrößerung ihres Durchmessers, oder bei nicht centrischen Formen eines der Durchmesser, als ausgeschlossen erscheinen lassen. Nur eine Form ist davon auszunehmen: *Rhizosolenia robusta* NORMAN.

Die Form ist in temperierten und tropischen Meeren sehr verbreitet, sie findet sich dargestellt [4]) im Atlant. Phytoplankton, Taf. XXIX, Fig. 10, und hier Taf. LIV, Fig. 2.

Sie erreicht durch Aneinanderreihung ihrer ringförmigen Zwischenbänder, deren Treffpunkte häufig gerade in der konkaven Wölbung der Zelle liegen und dadurch schwer kenntlich werden, — jedoch auch an jeder anderen Stelle des Umkreises vorkommen zu können scheinen, — recht erhebliche Länge. Formen jeder beliebigen Größe finden sich nebeneinander fast bei jedem Auftreten.

Abweichend von allen anderen *Rhizosolenia*-Arten ist die Form und der Aufbau der Schalen. Schon bei den jüngsten, mit nur sehr wenig zahlreichen Ringen ausgestatteten Individuen ist

1) E. PFITZER, Bau und Entwickelung, l. c. S. 21.

2) O. MÜLLER, Achsen, Orientierungs- und Symmetrieebenen, l. c. Vergl. auch OLTMANNS, Algen, I. l. c. S. 93.

3) G. KARSTEN, Auxosporenbildung der Diatomeen. Biolog. Centralbl., Bd. XX, 1900, Heft 8, S. 263.

4) Vergl. im übrigen H. PERAGALLO, Monogr. du genre *Rhizosolenia*, l. c. p. 109, Pl. II, Fig. 1; Pl. III, Fig. 1—3. — Ders. in Diatomées marines de France, Pl. CXXIII, Fig. 1 u. 2, bisher ohne Text. H. H. GRAN, Nord. Plankton, l. c. S. 50, Fig. 57.

stets eine Gliederung der Schalen in Teilstücke kenntlich, die, von einer mehr oder minder breiten Grundfläche ausgehend — dem Ansatz des Gürtels — nach der Zellspitze hin sich stetig verjüngen und am Scheitel unter dem Ansatz des Endstachels alle zusammenlaufen. Es wären also, wenn einmal von der bei der Mehrzahl der Individuen vorhandenen Schalenkrümmung und -wölbung abgesehen wird, diese Teilstücke lauter gleichschenklige Dreiecke mit sehr schmaler Grundfläche im Verhältnis zu ihrer bedeutenden Höhe. Die Grenzlinien dieser Dreiecke gegeneinander unterscheiden sich in nichts, soweit ich sehen kann, von den Grenzen der Gürtelringe gegeneinander. Beide haben auch das gemein, daß neue Gürtelringe andauernd eingefügt werden, und daß, nach dem Anschein und Befund der Individuen verschiedenster Größe zu urteilen, dasselbe mit den beschriebenen dreieckigen Schalensektoren der Fall ist. Man findet, und zwar regelmäßig in der Linie, wo die Ringenden des Gürtels aneinander stoßen, auch in den Schalen Grenzlinien vor, die nicht bis in die Spitze der Schale reichen. Das ist nicht etwa eine vereinzelte Beobachtung, sondern ein Vergleich des vorliegenden Materials wird sowohl an den recht guten Abbildungen von Peragallo, wie an denen von Gran diese Thatsache erkennen lassen, und zwar stets in den Fällen, welche die Gürtelbandringe auf der hohen Kante der im Querschnitt elliptischen Zelle zusammentreffen lassen. Die von mir gegebene Zeichnung dagegen (Atlantisches Phytoplankton) führt diese Linie auf der konkaven Seite, und infolge davon ist auch an der Schale von derartigen nicht durchgeführten Grenzlinien nichts zu bemerken.

Auch die bereits häufiger angeführte Arbeit von Bergon[1]) bringt einige Details über die Schale von *Rhizosolenia robusta*. Er beobachtete die Neubildung von Schalenpaaren innerhalb des Gürtelbandes der Mutterzelle und konnte feststellen, daß zu einer Zeit, wo die jungen Schalen zwar noch lange nicht ausgewachsen, aber doch bereits mit Kieselsäure imprägniert waren, die charakteristischen Längslinien noch nicht sichtbar waren. Nun giebt er aber ferner an, daß diese jungen Schalen noch biegungs- und faltungsfähig waren, sie dürften also noch weiche, plastische Konsistenz besessen haben. Ganz dasselbe ist ja nun auch in den zahlreichen Fällen der Solenoideen zu beobachten, bei *Dactylosolen-*, *Guinardia-*, *Lauderia-*, *Rhizosolenia*-Arten, daß die jüngst zuwachsenden Ränder des Gürtels ihre Schuppengrenzen und deren etwaige Strukturierung nicht deutlich hervortreten lassen, daß diese vielmehr erst kenntlich werden, nachdem sie bereits eine gewisse Entfernung von dem sie umhüllenden Gürtelbande der älteren umfassenden Schale erreicht haben, cf. Taf. XLI, Fig. 11 b. Somit wird hier wohl das gleiche Verhalten vorausgesetzt werden dürfen. Auf die Differenzen in der Stachelanlage, die Bergon zwischen dieser Form und *Rhizosolenia setigera* festgestellt hat, ist bei anderer Gelegenheit noch zurückzukommen, nur mag gleich hier erwähnt sein, daß auch mir frei schwimmende Zellen von *Rhizosolenia robusta* nicht eben selten begegnet sind, die ihren Stachel noch nicht ausgebildet hatten. Dagegen waren hier die Längslinien oder, wie ich sagen möchte, Grenzlinien der einzelnen dreieckigen Schalensektoren immer, wenn auch nicht stets mit derselben Deutlichkeit, zu erkennen.

Diese Thatsachen deute ich dahin, daß an der genannten Stelle der Schale neue Schalensektoren eingefügt werden können, indem von der Grenze der Schale gegen das Gürtelband her die schmalen dreieckigen Stücke entweder zwischen die bereits vorhandenen gleichen Sektoren eingeschoben werden, oder aber indem die Schale am ganzen Rande weiterwächst und dabei derartige neue Sektoren einwachsen läßt.

1) P. Bergon, Etudes sur la flore diatomique d'Arcachon [illegible], p. 1903, Fig. 58.

Es wird hier vielleicht eingewendet werden, daß eine derartige Querschnittsvergrößerung der Schale ohne eine gleichzeitige des Gürtels unmöglich sei. Es besteht ja aber auch nicht die geringste Schwierigkeit in der Annahme, daß die Gürtelbänder, deren stete Neueinschiebung am freien Ende, in der Längsrichtung der Zelle, ja bekannt ist, der, wie gesagt, langsam erfolgenden Querschnittsvergrößerung der Schale in gleichem Tempo folgen. Diejenigen, welche eine solche Möglichkeit nicht zugeben wollen, würden die Erklärung dafür zu geben haben, wie es kommt, daß einzelne der dreieckigen Sektoren gegen die Schalenbasis hin plötzlich durch eine oder mehrere nicht gegen die Spitze weiter geführte Grenzlinien geteilt werden. Mir scheint ohne die gemachte Annahme eine Erklärung nicht gut möglich zu sein.

Geht man jetzt nochmals auf den vorher als hypothetische Ursache der Unmöglichkeit eines Schalenwachstumes genannten Umstand zurück, daß *Navicula-* resp. *Nitzschia*-Zellen bei einer Längsstreckung ihrer Schalen ungleichaltrige Membranstücke zu gleichmäßigem Wachstume müßten veranlassen können, so erkennt man, daß diese Schwierigkeit bei dem erörterten Bauplan der *Rhizosolenia robusta*-Zellen fortfällt, da ja jede der beiden Schalen eine solche „Einschubzone" sich reserviert hat, also beide darin gleichartig ausgerüstet sein dürften. Während eine Auxosporenbildung nach dieser Anschauungsweise für *Rhizosolenia robusta* nicht mehr unbedingt erforderlich sein würde, — womit nicht gesagt sein soll, daß sie nicht doch noch bisweilen vorkommen mag, — scheint nach dem Auftreten der sehr kleinen Zellen und ihrer großen Zahl, in der man sie beisammen findet, Mikrosporenbildung häufiger sich einzustellen. Vielleicht gelingt es bald weiteren Beobachtungen, diesen bisher einzigartigen Fall an lebendem Material genauer zu untersuchen und festzustellen, ob die nach Vergleichung reichlichen konservierten Materials gemachten Voraussetzungen wirklich zutreffen. Gerade ein Meeresinstitut, wie dasjenige von Arcachon nach BERGON's Beschreibung zu sein scheint, wäre zur Lösung dieser und ähnlicher Fragen ja vorzüglich geeignet.

Taf. LIV, Fig. 2. *Rhizosolenia robusta* NORM. Schale mit Imbrikationslinien. Der Gürtel trägt die Enden der Ringschuppen auf der Flanke. (500 : 1) 333.

Der Längenzuwachs der Solenoideenzellen.

Die langgestreckten Zellen der Gattungen *Dactyliosolen, Guinardia, Lauderia, Rhizosolenia* besitzen durchweg Gürtelbänder, die aus Membranstücken sehr verschiedenartiger, aber für die betreffende Species konstanter Form bestehen, welche außerdem in den meisten Fällen leicht zu erkennen sind. Betrachtet man die Abbildungen derartiger Zellen, soweit diese Schuppen oder Ringe oder Platten zur Wiedergabe gelangt sind, so tritt hervor, daß in allen Fällen diese Zeichnung des Gürtels eine außerordentliche Regelmäßigkeit aufweist. Die Ringe sind bei einem Individuum, abgesehen von der übereinstimmenden feineren Struktur ihrer Oberfläche, stets von gleicher Breite, so bei *Dactyliosolen, Guinardia, Lauderia*, die Zelle mag so lang werden, wie sie will. Taf. IX, Fig. 10, 11, Taf. XXIX, Fig. 1—6, Taf. XLI, Fig. 11 b, Taf. XLII, Fig. 7. Die Spirale der trapezförmigen Schuppen bei den *Rhizosoleniae genuinae* verläuft über die ganze Zelle oder jedenfalls über jeden Gürtel in äußerster Regelmäßigkeit. Taf. X, Fig. 4—6, Taf. XI, Fig. 3—5, Taf. XXIX, Fig. 11, Taf. XLI, Fig. 6, 7. Die Ringe der annulaten Rhizosolenien, die Schuppen der Squamosae derselben Gattung sind überall innerhalb einer Zelle oder doch eines jeden

Gürtels — in beiden Fällen vielleicht abgesehen von den ersten Ansätzen solcher Schalen, die sich deren Form anpassen müssen — völlig oder doch nahezu gleich. Taf. XL, Fig. 3, 4, 6, Taf. XXIX, Fig. 10, 12, Taf. XXX, Fig. 14—16, Taf. XLI, Fig. 1, 3, 4, 8, 9, Taf. XLII, Fig. 2, 3. Der Schluß, der sich daraus ziehen läßt, wird lauten müssen, daß die Zuwachse entweder außerordentlich gleichmäßig von statten gehen.

Das könnte nun nach den bisherigen Betrachtungen entweder darauf beruhen, daß für jede Form, oder jede Species etwa, die betreffenden Gürtelglieder stets gleiche Größe erhalten, daß also, ganz gleichgültig, ob eine oder mehr Zeiteinheiten auf die Bildung verwendet worden sind, das Resultat stets das gleiche sein muß; oder aber daß die äußeren Umstände, d. h. die Ernährung, Temperatur und sonstige das Wachstum beeinflussende Faktoren, während der Bildungszeit überaus gleichmäßige gewesen sind.

In einigen seltenen Fällen erlauben abweichend gebaute Zellen, die Entscheidung zu treffen, welche der beiden Möglichkeiten vorliegt. Die Fig. 13 auf Taf. XXIX und die Fig. 1 auf Taf. LIV stellen Zellen oder Fragmente von solchen dar, die eine Unregelmäßigkeit in der Steilheit der Spirale und damit Größe der Trapezglieder resp. in der Größe und Form der Schuppenglieder aufzuweisen haben. Damit scheidet die ersterwähnte Annahme vollkommen aus; die Gürtelglieder sind einer Formänderung zugänglich, und die Frage gewinnt an Interesse, da eine Beeinflussung durch äußere Faktoren angenommen werden muß.

Andererseits geht aber aus der Seltenheit derartiger Funde zur Genüge hervor, wie konstant im allgemeinen die Lebensbedingungen für die Planktonten sein müssen, da unter vielen Tausenden von Exemplaren, die mir von beiden Formen vorbeipassiert sind, nur so überaus wenig zahlreiche Fälle derartige Abweichungen erkennen ließen.

Sucht man jetzt noch zu erfahren, was für äußere Faktoren etwa in Betracht kommen, so können die Fundorte der Stücke von Wichtigkeit sein. Da es sich um schnell vergängliche *Rhizosolenia*-Zellen handelt, so kann der Ort, wo die Zellen, deren Gürtelbänder vorliegen, gelebt haben, nicht weit entfernt sein.

Es ist ja bereits im allgemeinen Teil des Antarktischen Phytoplanktons auf die Thatsache hingewiesen, daß das vollkommene Fehlen von Solenoideenresten am Meeresboden auf das leichte Zerfallen der Zellen in ihre Gürtelglieder und die dadurch für völlige Auflösung der Reste im Meerwasser außerordentlich vergrößerte Oberfläche zurückgeführt werden muß (l. c. S. 111). Inzwischen ist es mir möglich gewesen, die Thatsache des leichten Zerfalles quasi experimentell zu begründen. Das Material, von Schimper gesammelt, befand sich vielfach infolge verschiedener bereits in der Einleitung S. 3 und 4 geschilderten Verhältnisse nicht in der Verfassung, die wünschenswert gewesen wäre und die unter anderen Verhältnissen auch wohl hätte innegehalten werden können. Es befand sich darunter eine Probe von fast reinem *Rhizosolenia*-Plankton aus dem Kratersee von St. Paul und zwar *Rh. hebetata* Bail. forma *humalis* Grax; die Zellen dürften durchweg oder in ihrer Mehrzahl lebend gewesen sein. Jetzt aber waren sie durchaus in ihre Schalen und trapezförmigen Gürtelbandglieder zerfallen. Die halbgefüllten Gläser hatten offenbar die in ihnen enthaltene Flüssigkeitsmenge und *Rhizosolenia*-Zellen stark schütteln lassen bei jedem Transporte des ganzen in einem Kasten verpackten Materials, und dieser wiederholten Durchschüttelung hatten die Zellen nicht widerstehen können; sie lagen jetzt nur noch in Form ihrer Teile vor, wie sie auf Taf. XLII, Fig. 1a und 1b sich dargestellt finden.

Dadurch möchte der oben ausgesprochene Schluß, daß die Fundstelle der Fragmente nicht weit von dem Ursprungsorte der Zelle entfernt sein kann, gerechtfertigt erscheinen. Das Fragment von *Rhizosolenia hebetata* forma *semispina* Hensen stammte aus dem Grenzgebiet des Agulhasstromes, die Zelle von *Rhizosolenia Temperei* aus dem Ursprungsgebiet der äquatorialen Gegenströmung. In beiden Fällen liegt also die Möglichkeit vor, daß die Zellen ihr Wachstum unter mehr oder minder verschiedenartigen Bedingungen, raschem Wechsel von Temperatur oder Konzentrationsänderungen, vielleicht auch veränderten Ernährungsbedingungen durchführen mußten: alles Faktoren, von denen man wohl annehmen darf, daß sie eine erhebliche Beeinträchtigung der normalen Entwickelung der Zellen herbeizuführen geeignet sind. Auch diese Fragen wären einer experimentellen Behandlung voraussichtlich zugänglich, und ihre Beantwortung könnte uns manchen Einblick in den Lebensprozeß und Wachstumsverlauf dieser einzelligen Pflanzen gewähren.

Taf. XXIX. Fragment von *Rhizosolenia hebetata* Bail. f. *semispina* Gran. (500:1) 250.

Taf. XLII, Fig. 4 a, 4 b. Zerfallene Zellen von *Rhizosolenia hebetata* Bail. f. *hiemalis* Gran. (1000:1) 800.

Taf. LIV, Fig. 1. Zelle von *Rhizosolenia Temperei* H. P. (250:1) 166.

Extramembranöses Plasma.

Der Begriff des extramembranösen Plasma ist von F. Schütt[1]) eingeführt, der das Entstehen und nachträgliche centrifugale Anwachsen jener auffallend großen Flügelleisten vieler Peridineen-Zellen auf einen aus den zahlreichen Poren ihrer Membran austretenden und auf der Zelloberfläche sich ausbreitenden Plasmaüberzug zurückzuführen suchte, dessen wesentliche Aufgabe eben im Aufbau jener centrifugalen Membranaufsätze bestehen sollte. Diese Vorstellung meinte er auf die, seiner Ansicht nach, den Peridineen nahestehenden Diatomeen übertragen zu können. Auch hier sollten die angeblich centrifugalen Wandverdickungen durch ein unsichtbares die Kieselschalen überziehendes Außenplasma den Schalen aufgesetzt werden[2]). Auch Gallertstiele und Schläuche wurden der Thätigkeit dieses allgegenwärtigen unsichtbaren Plasma zugeschrieben[3]). Weitere Ausdehnung erfuhr die Vorstellung in einer zweiten Arbeit desselben Autors[4]), welche für die Peridineen einige positive Grundlagen der Vorstellung brachte, durch eine ungerechtfertigte Ausdehnung auf die Diatomeen und Desmidiaceen jedoch die Kritik herausforderte[5]). Es sollten von *Cyclotella socialis*, einer in Kolonien beisammenlebenden Planktonform aus Süßwasserseen, pseudopodienähnliche Plasmafäden ausgesponnen werden, die, büschel-

1) F. Schütt, Peridineen der Plankton-Expedition, I, 1895, l. c. S. 111 ff. Den ersten Hinweis auf diesen Gedanken, der von Schütt übersehen zu sein scheint, finde ich jedoch bei Bütschli (Protozoa Dinoflagellata, l. c. S. 950). „Wie geschieht es, daß in der soliden Flügelleiste der Dinophysiden, welche außer direktem Kontakt mit dem Körperplasma ist, nachträglich netzförmige Verdickungsleisten zur Entwickelung kommen, oder daß, wie es nach den Angaben von Stein sicher scheint, der freie Rand der ebenso soliden hinteren Randleiste der Querfurche bei *Histioneis crateriformis* nachträglich noch weiter wächst?

Man wird versucht, auf Grund solcher Erscheinungen an die Möglichkeit eines äußeren Wachstums zu glauben, ja man könnte daran denken, die so verbreitete Porosität der Hüllen damit in Verbindung zu bringen. Ich muß mich jedoch begnügen, auf diese Frage hingedeutet zu haben, deren Lösung von einem eingehenderen Studium der Hüllen zu erwarten ist." (Sperrung von mir.)

2) l. c. S. 131.

3) l. c. S. 132, 133.

4) Ders., Centrifugales Dickenwachstum der Membran und extramembranöses Plasma. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXIII, 1899.

5) Botan. Ztg., 1899, II. Abt., Referat von G. Karsten, S. 329.

förmig von der Zelloberfläche ausstrahlend, die Zellen beisammenhielten. Die angegebenen Reaktionen der Fadenbüschel stimmen mit denen der durch Gallertporen ausgesandten Gallertstiele[1]) völlig überein. Doch sollten kleine, durch Hämatoxylin sich blau färbende Knötchen an den Fäden und den Membranen die Existenz des extramembranösen Plasmas beweisen. Gegen die sehr berechtigte Kritik wandte sich SCHÜTT[2]) nun in einem Aufsatz, der den Forderungen eines strengeren Nachweises an den Flügelleisten von *Ornithocercus* nachkam, die Diatomeen jedoch völlig unbeachtet ließ.

Inzwischen war aber durch Veröffentlichungen von anderer Seite die Frage wesentlich verschoben worden. Durch seine Arbeiten über die Ortsbewegung der Diatomeenzellen hatte O. MÜLLER[3]) bei den pennaten Formen, sowohl der Naviculoideen, wie der Nitzschioideen, eine Durchbrechung der Raphe und frei darin strömendes Plasma nachgewiesen, das auch über die Raphenränder seitlich hervortritt und durch die bei der Strömung gegen das umgebende Wasser an der Berührungsfläche entwickelte lebendige Kraft die Fortbewegung der Zelle bewirkt. Hier war also dem extramembranösen Plasma die Funktion der Ortsbewegung übertragen. In den daran und an die genannten Veröffentlichungen von SCHÜTT anschließenden Arbeiten über Kammern und Poren in den Diatomeenzellmembranen wies dann derselbe Forscher[4]) bei sehr zahlreichen verschiedenen Diatomeen das Vorkommen von offenen Poren nach, die teils der Gallertausscheidung, teils anderen Funktionen, hauptsächlich wohl dem Stoffwechsel dienen. Er zeigte außerdem, daß die Uebertragung der bei Peridineen festgestellten Verhältnisse des Membranaufbaues durch extramembranöses Plasma auf die Diatomeen bereits aus dem Grunde unhaltbar sei, weil entsprechende centrifugale Wandverdickungen bis auf ganz vereinzelte Fälle den Diatomeen fehlen. Einen solchen Fall führt MÜLLER noch näher aus[5]): „Bei *Triceratium Favus* würde man sich den Vorgang so vorzustellen haben, daß durch die Randporen der soeben ausgeschiedenen Zellhäute jederseits lebendes Plasma tritt, die jungen Zellhäute trennt und in dem so gebildeten Intercellularraume den Aufbau der centrifugalen Verdickungen vollzieht. Eine solche Betätigung des, in diesem Sinne, extramembranösen Plasmas wäre von der Bildung der centripetalen Membranverdickungen innerhalb des Zellraumes der Tochterzellen nicht verschieden; hier wie dort würden die Verdickungen in einem plasmaerfüllten Raume entstehen."

Inzwischen hatte SCHÜTT einen vollkommenen Frontwechsel vollzogen. Seine Arbeit: „Centrifugale und simultane Membranverdickung"[6]) behält die Annahme des Vorkommens centrifugaler Bildungen bei Diatomeen nur noch für die Gattungen *Chaetoceras*, *Bacteriastrum* und *Peragallia* bei. Für alle anderen Fälle wird „simultan gebildete Wandverdickung" angenommen, d. h. „daß äußere Membrananhänge, wo sie vorhanden sind, nicht centrifugal aus der fertigen

1) G. KARSTEN, Diatomeen der Kieler Bucht, 1899, l. c. S. 157. Auf ähnliche Bildungen, wie Schütt sie für *Cyclotella socialis* angiebt, macht P. BERGON, Études etc., 1903, l. c. p. 42 für *Lindemannulata* Cf. var. [illegible] aufmerksam. Außer den von O. MÜLLER, Kammer und Poren, IV, nachgewiesenen Zellverbindungen durch in Röhren verläufende [illegible] ähnlichen, jedoch weit kürzeren seitlichen Porenkanälchen [illegible] lange, [illegible] ausstrahlende starre Fäden ausgesponnen, die beim Gehen verschwanden. Nach der angegebenen Konsistenz zu urteilen, wäre auch die Gallertmodifikation zu schließen. Der Verfasser stellt weitere Untersuchung dieser und ähnlicher für *Thalassiosira* und eine *Cyclotella*-Art beobachteten Gebilde in Aussicht.

2) F. SCHÜTT, Erklärung des centrifugalen Dickenwachstumes der Membran. Bot. Ztg., 1900, II. Abt., No. 10/17.

3) O. MÜLLER, Ortsbewegung etc., l. c. I–V, 1893–1897.

4) Ders., Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen, I–IV. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1899–1901.

5) O. MÜLLER, Kammern und Poren, II, l. c. S. 444.

6) PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXV, 1900.

Membranfläche hervorwachsen, sondern simultan mit der Membrangrundfläche entstehen“ [1]). Auf solche Weise sollen nach Schütt die Kieselstäbchen von *Skeletonema* gleichzeitig mit der Schale (resp. vor ihr) gebildet werden. Es wären diese Kieselstäbchen dann einer nachträglichen Verlängerung nicht fähig. Hätte Schütt unvoreingenommen die Zeichnungen meiner Arbeit [2]) über Formänderungen von *Skeletonema* verglichen, so wäre ihm klar geworden, daß ein Ausschließen nachträglicher Verlängerung der *Skeletonema*-Stäbchen den Thatsachen widerstreitet, denn die Differenzen bewegen sich zwischen 0 und 16—17 mm (an den Zeichnungen gemessen), was mit der Annahme „individueller Unterschiede“ [3]) unverträglich sein dürfte. Wie das Wachstum der Stäbchen zu stande kommt, hatte ich damals nicht untersucht, es kam mir in erster Linie auf den Nachweis selbst an. Diese Lücke in der Beweisführung ward durch eine Veröffentlichung von O. Müller [4]) geschlossen, die zeigte, daß die „Kieselstäbchen von *Skeletonema* vielmehr hohle Röhren sind, die, mit Plasma ausgekleidet, den Zusammenhang von Zelle zu Zelle aufrecht erhalten und somit dem von mir nachgewiesenen nachträglichen Wachstum keinerlei Schwierigkeiten bereiten. Damit war die Annahme simultaner Bildung von Wandverdickungen sowohl wie das extramembranöse Plasma für diesen Fall beseitigt und das succedane Wachstum der Kieselstabröhren erklärt. Für *Lauderia annulata*, deren ähnliches Verhalten Müller [5]) in derselben Arbeit zur Sprache gebracht hatte, ist jetzt durch P. Bergon [6]) der Nachweis am lebenden Objekt erbracht worden, daß bei sich teilenden Zellen die beiden Plasmakörper der Tochterzellen durch Plasmafäden von Oberfläche zu Oberfläche verbunden bleiben, deren Zahl und Anordnung genau derjenigen der Kieselröhrchen fertiger Zellen entspricht, so daß deren Ausscheidung von seiten dieser fadenförmigen Plasmastränge nicht bezweifelt werden kann.

Schütt untersucht in der genannten Arbeit [7]) dann weiter die Ausbildung der *Rhizosolenia*-Stacheln. Für *Rhizosolenia setigera* Brightw. (= *Rh. Hensenii* Schütt) findet er, daß die Stachelspitze der zuerst ausgebildete Teil ist. Darin stimmt ihm Bergon [8]), der die Verhältnisse an lebendem Material untersuchen konnte, bei. Die Zeitdifferenzen zwischen fertiger Ausbildung des Stachels und der Schale sind nach den Angaben des letzteren recht groß. Ein gleiches Verhalten ist für *Rhizosolenia semispina* [9]) Hensen (= *Rh. setigera* Schütt) zu konstatieren. Hier muß aber, und das gilt auch für *Rh. styliformis* und andere, hinzugefügt werden, daß ein weiteres nachträgliches Wachstum des Stachels und der Schalenspitze längere Zeit andauert. Die Fig. 4 a, 5 b, 6 b, Taf. X, Antarkt. Phytoplankton, zeigen, daß die fest mit dem Stachel der Schwesterzelle verwachsene Schale tiefe Eindrücke von ihm zurückbehält, und die Deformierung der ersten Schuppen an der Verwachsungsstelle, resp. die Verschiebung der Schuppengrenzen an dieser Linie lassen darauf schließen, daß nach erfolgter fester Aneinanderlagerung noch länger dauernde Verschiebungen durch Längsstreckung der Schale mit Stachel stattgefunden haben. Da der

1) l. c. S. 507.

2) G. Karsten, Formänderungen von *Skeletonema costatum* (Grev.) Grun. und ihre Abhängigkeit von äußeren Faktoren. Wissensch. Meeresuntersuchungen, Bd. III, Heft 7, Kiel 1897.

3) F. Schütt, 1900, S. 492.

4) O. Müller, Kammern und Poren, Bd. IV, 1901, l. c. S. 200.

5) l. c. S. 203.

6) P. Bergon, Études, l. c. p. 71.

7) F. Schütt, 1900, l. c., S. 510.

8) P. Bergon, Études etc, l. c. p. 57.

9) F. Schütt, 1900, l. c. S. 512.

Stachel eine mit dem Zelllumen kommunizierende Höhlung enthält, ist eine Erklärung dieses Wachstums ja nicht schwierig. Ob aber die Flügelung der Stachelbasis (cf. l. c. Taf. X, Fig. 1a, 6c, Taf. XI, Fig. 6, 6b) einer Abspaltung von der anliegenden Schwesterschale entspricht, oder wie sie sonst zu stande kommt, bliebe zu untersuchen.

Für *Rhizosolenia robusta* ist dagegen das Verhalten ein völlig anderes. Der Stachel wächst hier erst nach Anlage der ganzen Schale als Ausstülpung der Schalenspitze hervor, wie daraus zu folgern ist, daß man jüngere Schalen häufig mit sehr kurzem Stachel oder ohne solchen antrifft. Auch konnte Bergon [1]) den Vorgang am lebenden Objekt direkt verfolgen und feststellen, daß der Stachel erst beginnt auszuwachsen, wenn die oberen, zuerst gebildeten Teile der Schale verkieselt sind. So läßt sich eben ein Schema überhaupt nicht aufstellen, jeder Einzelfall verlangt für sich eingehende Untersuchung.

Für *Corethron* habe ich (vergl. Antarkt. Phytopl., Taf. XII u. XIII, Text S. 101 ff.) nachgewiesen, daß die einzelnen Borsten der Borstenkränze von Hohlräumen durchzogen und mit Plasma gefüllt sind, welches mit dem Zellplasma in dauernder Verbindung bleibt. Es ist wohl vorauszusetzen, daß die einzelnen Zähnchen der Borsten je einer Ausstülpung dieser Röhre ihre Anlage verdanken, die nach definitiver Fertigstellung mit Membransubstanz ausgefüllt ward. So ist die Annahme von Schütt [2]), „daß die Stäbchen oder Stacheln nicht durch centrifugale Verdickung fertiger Membranen gebildet werden, sondern aus dem Plasma direkt hervorgehen, also Simultanbildungen mit der Grundmembran sind", nicht zutreffend. Vielmehr konnte am genannten Orte (S. 103) gezeigt werden, daß eine stetige Verlängerung der Borsten mindestens bis zur Trennung der Tochterzellen voneinander stattfindet, daß endlich nach der Trennung die Borsten der oberen Zackenkrone durch Nachwachsen an der Basis eine Umbiegung um ca. 135° erleiden.

Es wird nicht überflüssig sein, darauf hinzuweisen, daß für alle diese Formen das Wachstum der Borsten, Stäbchen, Stacheln im Schutze des von den Mutterzellgürtelbändern gebildeten Intercellularraumes von statten ging, daß also der von O. Müller angenommene und vorhin (S. 511) angeführte Fall vorlag; daß man aber auch hier extramembranöses Plasma anzunehmen kaum in Verlegenheit kam — es sei denn für den Flügel des *Rhizosolenia*-Stachels.

Centrifugale Bildungen findet Schütt [3]) nun bei den Gattungen *Chaetoceras*, *Bacteriastrum*, *Peragallia* in den soliden Knötchen, Sägezähnen und Stacheln, die den Hörnern als lokale Membranverdickungen aufgesetzt sind. Er sagt [4]): „Man muß sich hiernach entweder doch zu der Annahme entschließen, daß die Hörner verhältnismäßig lange Zeit ohne eigentliche Membran verbleiben, daß also auch das, was ich früher für Membran angesehen habe, nur eine festere, plasmatische Hautschicht sei, und dann macht das nachträgliche Verschmelzen der Hörner keine Schwierigkeiten der Erklärung, und auch die Stacheln auf den Hörnern lassen sich als Simultanbildungen auffassen, oder man nimmt Flächenwachstum der Hornmembran an, dann können die Stacheln darauf nur durch centrifugales Dickenwachstum entstanden sein. Für dieses aber ist

1) P. Bergon, Études etc., l. c. p. 58—60.
2) F. Schütt, l. c. 1900, S. 520.
3) Ders., ibid. S. 525.
4) l. c. S. 526.

aus früher schon entwickelten Gründen auch die Annahme extramembranösen Plasmas als Bildner der Verdickungsschichten unentbehrlich".

Auch hier scheint der nächstliegende einfachste Fall übersehen zu sein, wie es schon bei *Syndendrium* geschehen. Die großen *Chaetoceras*-Formen der Untergattung *Phaeoceras* haben fast alle scharfe Stacheln oder Spitzen auf ihren Hörnern, die sich freilich als solide Membranauswüchse in fertigem Zustande darstellen. Die Anlage dürfte aber doch wohl mit Hilfe einer, vielleicht für unsere optischen Hilfsmittel nicht immer direkt nachweisbaren, haarfeinen Ausstülpung des in die Länge wachsenden, mit Plasma ausgekleideten Hornes erfolgen, wie es auch für die Haarbildungen höherer Pflanzen bekannt ist. Daß später diese Stacheln und Spitzen als massive Membranverdickungen auftreten, kann das Zutreffen dieser nächstliegenden Annahme keineswegs beeinträchtigen; kennt man doch dergleichen ebenfalls für höhere Pflanzen. Demnach scheint mir auch für die später massiven Hornaufsätze von *Chaetoceras* und den beiden ihm nahestehenden Gattungen die Annahme extramembranösen Plasmas auszuschließen zu sein. Ob allerdings die Verwachsung der *Chaetoceras*-Hörner an den Kreuzungsstellen gleich am Beginn des Hervorsprossens aus der Mutterzelle geschieht, kann nur durch Beobachtung am lebenden Objekt festgestellt werden. Aber auch in solchen Fällen, wo die Hörner erst in einiger Entfernung von den Ausgangszellen einander kreuzen, wie bei *Chaetoceras contortum*, Taf. XLV, Fig. 3, und ähnlichen Formen, wäre die nächstliegende Möglichkeit doch wohl das überall innerhalb der Hörner vorhandene Zellplasma und eine eventuelle Verlangsamung der definitiven Verkieselung und Verhärtung der für die Kreuzung in Betracht kommenden kleinen Membranstrecken, deren Plasticität auch nach bereits erfolgter Einlagerung von Kieselsäure aus den vorher erwähnten Beobachtungen von BERGON[2] an *Rhizosolenia robusta* z. B. ja genügend hervorgeht.

Einige neue von den bisher betrachteten Fällen abweichende Beobachtungen zu machen, gestattete das reichlich in den Planktonfängen der „Valdivia" enthaltene Material von *Planktoniella* und *Gonioriella*.

Entwickelung des Schwebeflügels von *Planktoniella*[3]).

Vergleicht man eine größere Menge von Individuen der zierlichen in den tropischen Meeren häufigen *Planktoniella*, so stellt sich alsbald heraus, daß die Schalengröße wie diejenige des Flügelrandes außerordentlich veränderlich ist. Eine Durchsicht der hier beistehenden Tabelle, welche jedesmal die Zahlen für den Durchmesser der ganzen Zelle, der Schale und des Flügels enthält, lehrt,

1) G. KARSTEN, Antarkt. Phytopl., Taf. XV, Fig. 5, 6, 7—8 zeigt zunächst den glatten Stachel der Sectio Atlanticae als [illegible] Zeichnung [illegible] Vergrößerung erhebt. Fig. 5, 6 [illegible] direkte Übergang des Zell-, d. h. Hornlumenraumes in die [illegible] Stacheln. Die Atlant. Phytopl., Taf. XXXIV, Fig. 1 b, 1 c, zeigt bei Bildung von *Bacteriastrum*-Ketten [illegible] Zellen [illegible] so [illegible] werden, wie die Taf. XXXIII, Fig. 1 [illegible] *Chaetoceras*-Arten [illegible] für Zellketten durch Membranabscheidung [illegible] Gallerte [illegible] hier [illegible] vorhanden, der [illegible] nach meiner Auffassung sehr gut ohne [illegible] Plasma [illegible].

2) BERGON, Recher. [illegible] p. 54.

3) Es ist [illegible] *Planktoniella* [illegible] von der *Pl. Wallichii* SCHÜTT, cf. G. KARSTEN, Atlant. Phytopl., S. 157, Taf. XXVII Fig. 5, [illegible] auf [illegible] Schalen [illegible] Flügel [illegible], sodaß die Unterscheidung der beiden Species hier vorläufig [illegible].

Pla[illegible] [illegible]

Material Station 14, 200 m				Material Station [illegible]				[illegible]				
Zelle μ	Schale μ	Flügel μ	S. : F.	Zelle μ	Schale μ	Flügel μ	S. : F.	Ze[illegible]	S[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
36	16	10	8 : 5	[illegible]	[illegible]	22	[illegible]					
40	16	12	4 : 3	88	20	30	13 : 15					
40	16	12	4 : 3	[illegible]	34	28	17 : 14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
42	10	16	5 : 8	96	20	52	13 : [illegible]					
44	16	14	8 : 7	92	30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
56	16	20	4 : 5	[illegible]	32	34	[illegible]					
56	24	16	3 : 2	[illegible]	32	[illegible]	[illegible]					
56	24	16	3 : 2	[illegible]	32	44	[illegible]					
[illegible]	[illegible]	[illegible]	8 : 3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2 : 3					
92	36	28	[illegible]	124	[illegible]	44	[illegible]					
96	24	36	2 : 3	[illegible]	[illegible]	48	[illegible]					
96	28	34	14 : 17									
100	28	36	7 : 9									
112	44	36	11 : 9									

[illegible]

daß einmal die Dimensionen der Zellen überhaupt, in vielleicht noch höherem Grade aber das Verhältnis von Schalendurchmesser zur Breite des Schweberandes wechseln. Als Formwiderstand kommt ja nun bei der im Wasser schwebenden Zelle der Flügelrand als ein die Schale rings umlaufendes Gebilde in Betracht; für einen Größenvergleich wird daher die für die Flügelbreite gewonnene Zahl zu verdoppeln sein, um für ökologische Betrachtungen vergleichbare Werte zu erhalten. Dann liegt nach den oben mitgeteilten Messungen das Verhältnis Schale : Flügel × 2 für meine Beobachtungen zwischen den Grenzen 8 : 6 und 2 : 6. Das heißt, in Worte übertragen: in einem Grenzfalle ist die doppelte Flügelbreite gleich ³/₄ des Schalendurchmessers, im anderen Falle dagegen gleich dem dreifachen Schalendurchmesser oder ³/₁.

Darf man diese durch Beobachtungen ermittelte erhebliche Differenz nun etwa lediglich „individuellen Unterschieden" zur Last legen, oder ist es wahrscheinlicher, daß mit verschiedenem Alter der Zelle resp. des Flügels eine Veränderung der Dimensionen stattfindet? Nach dem bekannten Wachstumsgesetze der Diatomeenzellen kann ein Zuwachs der Zelle nur in Richtung der Pervalvarachse erfolgen, eine Vergrößerung des Durchmessers der kreisförmigen Schalen ist demnach ausgeschlossen. Will man also eine Veränderung der Dimensionen von Schale + Schwebeflügel annehmen, so kann nur der Flügel die veränderliche Größe sein. Die Fragestellung wäre demnach: lassen sich Beobachtungen machen, die für ein nachträgliches Wachstum des Schwebeflügels sprechen oder nicht?, und eventuell: wie hat man sich einen solchen Wachstumsvorgang zu denken?

Ein optischer Durchschnitt durch eine *Pla[illegible]*-Zelle zeigt die beiden ineinander geschachtelten Schalen. Der äußeren Schale, welche die innere rings umschließt, sitzt der Flügelrand auf, oder, falls ein längeres Gürtelband gebildet sein sollte, würde der Flügel mit diesem fest verbunden sein. Der Flügel besteht aus radial gestreckten Kämmerchen, die am inneren wie äußeren Rande fest abgeschlossen sind und durch die Radialstreben voneinander [illegible] werden. Entsprechend dem größeren Radius und Umfang nimmt der tangentiale Durchmesser der Kämmerchen von innen nach außen zu. Die Wandungen der Flügelkämmerchen sind in

dem gleichen Maße wie die Schale selbst verkieselt und in konzentrierter Schwefelsäure völlig unlöslich.

Sollte also ein Wachstum des Flügels in radialem Sinne erfolgen, so müßte lebendes Plasma im Zusammenhange mit der wachsenden Membran nachweisbar sein. Eine einfache Ueberlegung lehrt, daß ein Hinausschieben des ganzen Flügels von der Zelle aus nicht genügen würde, da gleichzeitig eine tangentiale Ausdehnung erfolgen muß. Es bleibt also nur die Möglichkeit des extramembranösen Plasmas oder eines inneren Plasmabelages der einzelnen Kämmerchen. Direkt nachweisbar ist in der Regel weder ein äußerer noch ein innerer Plasmabelag. Für den äußeren fehlen aber allem Anscheine nach an der fertigen, geflügelten Zelle auch die Bedingungen, daß nämlich Poren auf der Schale vorhanden seien, die den Austritt gestatten. Wie steht es mit einem inneren Plasmabelag?

Häufig findet sich in den Ecken zwischen Radialstreben und Außenwand eine Ansammlung von Wandsubstanz (Taf. XXXIX, Fig. 1), die doch nur durch allmähliche Aufeinanderlagerung durch ein lebendiges Plasma hierher gelangen konnte. Diese Ansammlung ist in vielen Fällen am ganzen Umkreis ausgebreitet (Fig. 2), eine erhebliche Verdickung der Radialstreben und des inneren Kreises geht nebenher. Bisweilen lassen sich innerhalb der verdickten Membran noch die früher bis an den Rand freiliegenden Radialstreben durchscheinend erkennen, ein Zeichen für eine seit der ersten Ausbildung des Flügels stattgehabte sekundäre Veränderung (Fig. 3), und ebenso gelingt es hie und da, eine Differenzierung des verdickten Außenrandes nachzuweisen in eine dichtere äußere Wandmasse und eine mehr hyaline oder leicht gekörnelte, ihr innen aufgelagerte, dünnere, ungleichmäßige Schicht, die man für Plasma oder eine in Bildung begriffene Membranschicht halten muß. — Weiter finden sich in dem Materiale einiger Stationen recht häufig lebende *Planktoniella*-Individuen, deren Radialkämmerchen alle oder zum Teil am Rande aufgetrieben sind, Fig. 4 ist ein Beispiel dafür. Die alte äußere Umgrenzung ist noch sichtbar, Fig. 4 a. Diese Auftreibung ist sicherlich kein normaler Vorgang, ist aber hier von Wert als Zeugnis dafür, daß ein von innen wirkendes Agens vorhanden ist, das solche Auftreibungen ermöglicht. Selbst wenn nun die Auftreibung durch parasitäre Einflüsse oder, was wahrscheinlicher ist, durch andere Bedingungen hervorgerufen wird, ohne ein auf der Innenseite der Wand vorhandenes lebendiges Plasma kann sie nicht zu stande kommen. In Fig. 5 ist der Vorgang noch ein wenig weiter gediehen, und hier ist auch in allen Radialkämmerchen ein körnerarmes, fast homogenes Plasma am Außenrande wohl bemerkbar. Die in Fig. 4 und 4 a noch deutliche Wand des alten Außenrandes ist geschwunden.

Einen weiteren Beweis dafür, daß der anscheinend tote Flügelrand von der lebenden Zelle aus noch zu weiterem Wachstume angeregt werden kann, ist in den Figg. 6, 6 a und 7 zu erblicken. Es wird hier augenscheinlich ein neuer Flügelrand auf der Innenseite des alten angelegt und ausgebildet. Sehr wohl von diesem Vorgange zu unterscheiden sind ähnlich aussehende Zellen, bei denen der Flügelrand in toto sich einseitig gekrümmt hat, so daß von der einen Schalenseite aus eine konvexe, von der anderen eine konkave Wölbung sich an die etwa flache Schale anschließt. Sieht man solche Zellen von der konkaven Seite aus, so tritt die konvexe untere Begrenzung der Kämmerchen als äußerer geschlossener zweiter Ring um die kleinere innere Grenze der oben liegenden Konkavseite auf, und es resultiert ein sehr ähnliches Bild, das aber mit der Fig. 7 eben nur die Aehnlichkeit gemein hat. Verhältnis Schale : Flügel in der

Tabelle S. 515 unter Station 182, 200 m. Weitere Exemplare [illegible] das Verschleißen des äußeren Flügels, der der Zelle so lange [illegible] herangewachsen war. Auch hieraus geht unabweisbar hervor, [illegible] Wachstumsvorgänge stattfinden, daß also lebendes Plasma in den Radialkämmerchen [illegible] resp. wieder hineingelangen kann.

Die größten der gefundenen *Planktoniella*-Exemplare, von denen in Fig. 7 [illegible] gegeben sind, ließen nun auch erkennen, daß an der Gürtelseite der Schale [illegible] stellung auf den optischen Querschnitt unterhalb einer jeden Radialstrebe des Flügelrandes eine relativ breite, offene Verbindung von der [illegible] Zelle in den Flügelrand hinein vorhanden ist. Diese Poren sind [illegible] die Eingangspforten für das Plasma, dessen Thätigkeit am Außenrande der Radialkämmerchen oder bei Anlage eines Erneuerungsflügels [illegible] werden konnte.

Bei den kleineren Individuen liegen die Verhältnisse natürlich ebenso, doch entziehen die Poren sich hier der direkten Beobachtung. Der genauere Verlauf des Verbindungskanals, [illegible] etwa zunächst innerhalb der Radialstreben seinen Weg nimmt und erst in der Nähe der Peripherie in die einzelnen Kämmerchen ausmündet, oder ob er dies bereits gleich beim Eintritt in den Flügel (beiderseits?) der Radialwände thut und die Kommunikation von der Zelle in den Schwebeflügel damit herstellt, war auch an den großen Individuen nicht zu entscheiden.

Wie mag nun die Zellteilung dieser *Planktoniella* verlaufen, das ist eine Frage, die bei der Häufigkeit der Form wohl entschieden werden könnte und Anspruch auf Interesse besitzt. Daß der Flügelrand jeder Zelle nur an der größeren Außenschale (oder dem Gürtelrand) festsitzen kann, ist ja klar. Treten nun solche Zellen in Teilung, so wird die bisher innere kleinere Schale zur Außenschale der neuen kleineren Tochterzelle. Sobald die Trennung der beiden Tochterzellen eintritt, hat also die größere, im Besitz der Außenschale verbleibend, den alten Flügelrand miterhalten, die kleinere dagegen besitzt auf ihrer Außenschale (der früheren Innenschale der Mutterzelle) keinen Flügelrand. Es ist sehr wahrscheinlich, daß hier die größeren Tochterzellen sich dem MÜLLERschen Gesetz[1] gemäß doppelt so häufig teilen als die kleineren, sonst müßten flügellose Planktoniellen ungleich häufiger zu finden sein. Dabei darf freilich nicht vergessen werden, daß solche in der Regel für [illegible] gehalten werden möchten, dem die Schalen ja völlig gleichen.

Die wenigen Exemplare, die ich in Bildung des Schwebeflügels begriffen findet konnte, sind in Fig. 9—11 a, Taf. XXXIX, dargestellt. Das jüngste Exemplar, Fig. 9, gleicht völlig einem [illegible] *discus excentricus* in der Schale, unterscheidet sich jedoch durch eine große Zahl in etwa gleichen Abständen auf der Gürtelseite hervorsprossender Protuberanzen von homogenem Aussehen, das auf gallertige bis membranöse Beschaffenheit schließen lassen würde. Nachdem vorher an den großen Individuen die Poren an der Gürtelseite der Schalen nachgewiesen werden konnten, ist wohl kein Zweifel möglich, daß es sich hier wirklich um extramembranöses Plasma handelt, welches aus den Poren ausgetreten diese Knöpfchen gallertartiger Masse als den Anfang einer Membran gebildet hat.

1) O. MÜLLER, Zellhaut und das Gesetz der Zellteilungsrichtung [illegible] S. 233—290, Berlin 1883.

Die Fig. 10 läßt sodann erkennen, daß sich von den Poren aus eine deutlich sichtbare Schicht derselben Substanz von Knopf zu Knopf ausgebreitet hat, daß diese gleichzeitig bereits erheblich weiter über den Zellumriß hinausgetreten sind. Damit ist die Rolle des extramembranösen Plasmas zu Ende, es bildet die äußere, alsbald in Membran umgewandelte Abgrenzung, die auf andere Weise nicht gut zu stande kommen konnte. Der weitere Ausbau des Flügels erfolgt dann aber durch das auf der Innenseite des Flügelrandes in die Kämmerchen tretende Zellplasma.

Die (wegen Verlorengehens des Präparates nur nach der ersten Skizze entworfene) Fig. 11, 11a giebt wahrscheinlich ein weiteres Zwischenstadium vor Erreichung des definitiven Zustandes wieder, wie ich aus der auffallend geringen Dicke des äußeren Teiles der Radialstreben annehmen möchte.

Der einmal gebildete Schwebeflügel wird dann stets nach dem Rechte der Primogenitur auf die ältere Tochterzelle vererbt; er wird vermutlich mehreren Generationen zu dienen im stande sein, um schließlich durch einen von innen nachrückenden Ersatzflügel verdrängt und dem Untergang preisgegeben zu werden. Die jüngere Tochterzelle aber muß jedesmal auf die soeben beobachtete Weise sich in den Besitz eines neuen Schwebeapparates setzen.

Nach dieser ganzen Entwickelungsgeschichte kann ich mich nicht mehr für die Abtrennung der *Planktoniella Wolterecki* SCHIMPER von *Planktoniella Sol* erklären. Es dürfte sich vielmehr um verschiedene Entwickelungsstadien verschieden großer Zellen von einer und derselben Form handeln, die dann *Planktoniella Sol* SCHÜTT heißen muß. Warum die im Indischen Ocean gefundenen Formen meist erheblich besser entwickelte Schwebeapparate aufweisen, als die vom Atlantischen Ocean stammenden (vergl. die Tabelle S. 515), ist bereits bei Besprechung der pflanzengeographischen Ergebnisse erörtert und konnte auf die verschiedene Dichte des atlantischen und indischen Meerwassers zurückgeführt werden.

Valdiviella formosa SCHIMPER.

Der *Planktoniella Sol* anscheinend sehr ähnlich, ist diese bisher nur vom Indischen Ocean bekannte Form von SCHIMPER mit richtigem Blick generisch getrennt worden. Schon die Schalen sind verschieden (Taf. XXXIX, Fig. 12), obgleich beide dem *Coscinodiscus excentricus* entsprechen würden, wenn sie frei vorkommen. Die Sechsecke der Schale sind bei *Valdiviella* in der Regel vom Rand bis zur Mitte ganz oder fast gleich groß, während sie bei *Planktoniella* im Centrum erheblich größer sind und gegen den Rand hin abnehmen.

Der Flügelrand baut sich ebenso wie bei *Planktoniella* aus radialen Kämmerchen auf, doch erkennt man alsbald, daß diese eine abweichende Form besitzen müssen. Die Radialstreben verjüngen sich hier nämlich nach dem Rande hin allmählich, aber deutlich, so daß eine *Valdiviella*-Zelle von der Gürtelseite ihren Flügelrand mit schmaler Kante aufhören läßt, während bei *Planktoniella* der äußere Rand eher ein wenig breiter sein dürfte als die Ansatzfläche an der Schale. Jedes *Valdiviella*-Kämmerchen ist also nach außen keilförmig zugeschärft. Deshalb erscheint die Randbegrenzung hier weit zarter als bei *Planktoniella*. Endlich ist die Oberfläche der Flügelaußenwände zart, aber deutlich radial gestreift, während bei *Planktoniella* keinerlei Zeichnung wahrnehmbar ist, Taf. XL, Fig. 13.

Trotz dieser Unterschiede wird man vorläufig bis zum Beweise des Gegenteils das Recht haben, anzunehmen, daß die Eigenschaften des Schwebeflügels, seine Anlage und Wachstum den

für *Planktoniella* nachgewiesenen Verhältnissen entsprechen. Einige Beobachtungen, die ich in dieser Richtung machen konnte, seien hier kurz erwähnt.

Zunächst erkennt man bei *Valdiviella* leichter als bei *Planktoniella* die Poren in der Gürtelseite, welche auch hier gerade den Radialstreben, resp. Radialwänden der Kämmerchen entsprechen. Da diese in größerer Zahl vorhanden sind als bei *Planktoniella*, so stehen auch die Poren so viel dichter bei einander. Einige Messungen über die auffallend wechselnde Flügelbreite machen auch hier ein länger andauerndes Nachwachsen des Schweberandes wahrscheinlich; die Möglichkeit dafür ist ja in der Anwesenheit von Plasma, das aus der Zelle in die einzelnen Kämmerchen eintreten kann, gegeben. Dem äußeren Anscheine nach möchte ich hier eine noch längere Entwickelungsdauer des Schweberandes annehmen, als sie bei *Planktoniella* besteht. Endlich ist auch bei *Valdiviella* die Neubildung eines Flügels unter dem bis dahin vorhandenen nicht ganz selten. Wenigstens traten in dem Material der Stationen 200 (bis 250 etwa) Bilder auf, die den für *Planktoniella* wiedergegebenen von Station 182 (Fig. 7) vollkommen entsprachen. Neubildung am Rande freier Schalen kam hier bisher nicht zur Beobachtung, doch wird man die Verhältnisse von *Planktoniella* direkt auf *Valdiviella* übertragen dürfen.

Zelldurchmesser μ	Schalendurchmesser μ	Flügelradlbreite (einfach gemessen) μ
66	22	22
74	28	23
74	26	24
79	28	26
80	27	26
84	36	24
84	31	26
85	37	24
102	54	24
114	44	35
114	49	32
122	64	29
124	54	35
154	58	48
172	72	50
176	74	52[1]
198	68	64
220	78	7[illegible]–72[1]
224	76	72–76[1]
234	79	82[1]
242	76	82–84
254	74	88–92[1]
312	112	100[1]

Gossleriella tropica Schütt[2]).

Diese schöne Form ist von Schütt auf der Plankton-Expedition zuerst beobachtet worden. Die Zellen sind von der Gestalt der *Coscinodiscus*-Zellen, mehr oder minder hoch und ringsum von einem Kranze wagerecht abgespreizter Stacheln von zweierlei verschiedenen Arten, die nicht

1) Flügel doppelt, d. h. Erneuerungsflügel angelegt, cf. *P*[illegible]

2) F. Schütt, Hochseeflora, 1893, S. 2[illegible]

regelmäßig abwechseln, umgeben (Taf. XL, Fig. 14). Aus Messungen ergab sich ein Durchmesser der Zelle von 124—135 μ wechselnd, dazu der Stachelkranz von 50—60 μ Breite, so daß die vollständig ausgerüstete Zelle 224—255 μ Durchmesser besitzt. Die Chromatophoren sollen nach Schütt rundlich-lappig sein und je ein Pyrenoid in der Mitte führen. In den besterhaltenen Exemplaren fand ich eine mehr längliche Form; das Pyrenoid war bisweilen minder gut zu erkennen, doch offenbar überall vorhanden.

Die eine Stachelform ist erheblich stärker als die andere; sie sitzt auf einer etwas angeschwollenen Basis, in die hinein man das Zelllumen deutlich sich fortsetzen sieht[1]). Die anderen Stacheln sind sehr viel schmächtiger, von oben bis unten massiv. Beide enden in haarscharfen Spitzen, meist sind die stärkeren auch die längeren, in anderen Fällen sah ich die schwächeren über sie hinausragen; endlich fand ich einzelne Zellen, die nur eine Mittelform zwischen beiden ohne charakteristische Unterschiede besaßen; sie waren an der Basis alle hohl. In der Regel aber folgen auf eine stärkere mit hohler Basis 1—5 oder mehr massive schmächtigere.

In seiner Arbeit über centrifugale und simultane Membranverdickungen kommt Schütt[2]) auf diese Form zurück. Er erkennt, daß neben den bisher allein beschriebenen Individuen andere sich finden, die einen gleichen Stachelkranz auf der anderen Schale führen, der jedoch nicht nach außen, sondern nach innen geklappt ist (Fig. 14). Es ist die Frage: wie entstehen die Stacheln und wie gelangen sin in die richtige Lage?

Wenn Schütt[3]) annimmt, „daß die Stacheln in diesem eingeklappten Zustand nach der Zellteilung in dem nur niedrigen Intercellularraum ausgebildet werden", so ist das ein Irrtum. Es ist ja klar, daß der ausgespreizte Stachelkranz der äußeren Schale angehören muß; sollten nun die eingeklappten Stacheln im Intercellularraum bei der Zellteilung entstehen, so würde in der nächsten Generation eine innere Schale mit dem Stachelkranz versehen sein, die bisher innere Schale dagegen, welche jetzt zur äußeren Schale der kleineren Tochterzelle geworden ist, würde keinen Stachelkranz besitzen. — Vielmehr entsteht der Stachelkranz für die spätere Tochterzelle lange vor Einleitung der Zellteilung frei auf der Oberfläche der kleineren Schale.

Zu beachten ist ferner, daß der abspreizende Stachelkranz nicht, wie bisher angenommen wurde, am Schalenrande steht. Fig. 15 zeigt eine *Gossleriella*-Zelle von der Gürtelseite, die äußere Schale ist mit *a*, die Lage der inneren, nicht sichtbaren mit *i* bezeichnet. Dann erkennt man etwa im Aequator der Zelle eine Reihe von kleinen Kreisen (*s*), es sind die Querschnitte der Stacheln. Der Stachelkranz steht also bei vollentwickelten Zellen in der Mitte der Gürtelseite auf der äußeren Schale, besser dem äußeren Gürtelband. Die innere Schale besitzt noch kein Gürtelband, sie schließt als flacher oder (der Zellform entsprechend) in der Mitte ein wenig eingesenkter Deckel die Zelle, indem sie genau in die vom äußeren Gürtelband gebildete Röhre sich hineingepaßt hat.

Die Hauptschwierigkeit besteht darin, die Stachelanlage und ihre Lagenänderung zu erklären. Schütt[4]) erörtert die verschiedenen Möglichkeiten. Ein „Herausklappen nur durch

1) Es läßt sich das auf der Zeichnung nicht zur Darstellung bringen, da es natürlich nur im optischen Durchschnitte zu erkennen ist, der wiederum das in Fig. 14 gegebene Oberflächenbild nicht wurde zur Geltung gelangen lassen, welches die innere Schale nach oben gekehrt mit dem in Bildung begriffenen Stachelkranze der nächsten Tochterzelle aufweist.

2) F. Schütt, l. c., 1900, S. 522.

3) Vergl. Schütt, l. c., 1900, S. 523.

4) l. c., 1900, S. 523, 524.

Spannungsverhältnisse" weist er ab, auch einseitig verstärktes Wachstum ist [illegible]. Dann fährt er fort: „ich glaube vielmehr, daß die Ursache der Veränderung in der Grundmembran der Schale zu suchen ist, derart, daß der Rand der Schalenmembranen [illegible] nicht vollkommen ausgebildet ist, solange die Stacheln in eingeklapptem Zustande [illegible] müssen und daß er mitsamt seinen Stachel- und Hörnchenanhängen so lange in [illegible] Zustande verharrt, bis er nach der Zelltrennung zum Gürtelbandrande vorgeschoben [illegible] dann der Schalenrand mit allen Anhängen zugleich ausgeklappt wird und [illegible] der innerste, in das Gürtelband eingreifende Teil des Schalenrandes ausgeschieden wird [illegible]. An dieser Stelle war mir der Fall besonders deswegen interessant, weil er 1. ein schwerer [illegible] Beispiel von sehr weitgehendem, centrifugalem Dickenwachstum darstellt, 2. weil sich aber trotzdem nachweisen läßt, daß auch hier die Anfangszustände der äußeren Zellanhänge im Schutz des stillen Wassers im Intercellularraum ausgebildet sein können, daß dann aber auf die Zelltrennung nachträglich noch eine weitgehende Veränderung folgen muß, und 3. daß sich also auch die Ausbildung dieser Anhänge, die bisher zu den extremsten Fällen von centrifugalem Dickenwachstum gerechnet werden mußten, dennoch auf Simultanbildung zurückführen läßt."

Es ist bereits gezeigt, daß die unter 2. aufgeführte Vorstellung nicht zutrifft. Trotzdem ist ein richtiger Kern in dem langen Vordersatz enthalten, wenn auch gleich hinzugefügt werden muß, daß der Schluß unter 3. wiederum den Verhältnissen nicht entspricht.

Es gelang, in dem „Valdivia"-Material Zellen aufzufinden, die den Entwickelungsgang des Stachelkranzes verfolgen lassen. In der Fig. 16 ist die Zeichnung des äußeren Stachelkranzes auf den optischen Durchschnitt der Zelle eingestellt. Bei ein wenig tieferer Einstellung tritt dann auf der unteren (inneren) Schale ein ganz schwacher, zum Umfang konzentrischer Kreis hervor, bis zu dem sich die Spitzen des ebenfalls schwach durchschimmernden jungen Stachelkranzes verfolgen lassen. In Fig. 17 — deren äußerer Stachelkranz, wenigstens in den stärkeren Stacheln, bei der Bildung beeinträchtigt worden zu sein scheint — ist die Entwickelung des jungen Stachelkranzes fast beendet. Man erkennt die konzentrische Kreislinie erheblich weiter nach innen vorgeschoben und weiter gegen das Centrum hin eine zweite noch schwächere, über die nur die stärkeren Spitzen hinausragen.

Mir scheint hier auf dem flachen, des Gürtelbandes noch entbehrenden (inneren!) Schalendeckel ein ganz dünner Ueberzug von extramembranösem Plasma ausgebreitet zu sein, der am unfertigen Schalenrande aus der Zelle ausgetreten sein könnte und, langsam gegen das Centrum der Schale vordringend, die Stacheln ausbildet. Zwar nicht alle. Die stärkeren, mit hohler Basis versehenen werden diesen inneren Hohlraum bei der Anlage bis in die Spitze hinein besitzen, sie können also von innen her die weiteren Baustoffe heranbringen. Die schmächtigeren dagegen werden wohl ausschließlich dem extramembranösen Plasma ihr Dasein verdanken. Jene konzentrischen Kreise auf der Schale entsprechen also dem jeweils bis dahin vorgedrungenen Plasmabelag, jedoch bestehen sie nicht mehr durchweg aus Plasma.

In Fig. 17 ist der innerste konzentrische Kreis von noch etwas feinkörnigem Aussehen zwar wahrscheinlich als Plasma anzusprechen, der äußere dagegen besitzt bereits in den der Schale unmittelbar aufliegenden Teilen eine etwas festere Konsistenz und ist [illegible] dünnen membranartigen Schicht geworden, die den Stachelkranz auf der Schalenoberfläche festhält. Der weiter vorgeschobene innere Kreis verschwand nach Behandlung mit konzentrierter

Schwefelsäure vollständig, der äußere dagegen blieb erhalten. Nach Entfernung der Säure ließ ich die Zelle eintrocknen. Beim langsamen Entschwinden der Feuchtigkeit klebten am äußeren Stachelkranz die schmächtigeren Haarstacheln stets von beiden Seiten an den dazwischen befindlichen stärkeren, offenbar zusammengebracht durch die Kohäsion des ihnen adhärierenden Wassers, das beim langsamen Eintrocknen sich zwischen den Stacheln am längsten erhalten konnte. Der innere Stachelkranz dagegen lag in schönster Ordnung ausgebreitet auf der Schale, weil er vor völlig vollendeter Ausbildung durch jene unmeßbar dünne membranartige Schicht angeheftet ist, die bis zu dem Zeitpunkte, wo die eine Mutterzelle sich in 2 Tochterzellen trennen wird, bereits vergangen, aufgelöst sein dürfte.

Es ist offenbar ein besonderer Glückszufall, der mich diese *Gossleriella*-Stadien auffinden ließ und die wiedergegebene Lösung der Frage gestattete. Wären die Zellen nicht eben im geeigneten Momente gestört worden, so hätte sich, wie aus der Vergleichung anderer *Gossleriella*-Individuen zu folgern ist, das extramembranöse Plasma bis ins Centrum ausgedehnt und die ganze Schale mit völlig gleichmäßiger Schicht überdeckt, die eine Unterscheidung nicht mehr gestattet. Es geht dann innerhalb dieser Schicht die Differenzierung der schmächtigen Haarform noch weiter; sie lassen sich als ganz außerordentlich feine, kaum sichtbare Fädchen bis ins Centrum verfolgen. Ihrer Anlage nach, kann man daher sagen, sind die schmächtigeren Haare stets länger als die kräftigeren. Würden diese letzteren nun ebenfalls vom extramembranösen Plasma ausgeschieden, wozu die Möglichkeit nach Lage der Umstände ja gegeben ist, so wäre nicht einzusehen, warum sie nicht in gleichem Maße Verlängerung erfahren. Aus dieser Verschiedenheit, sowie daraus, daß zu gewissen Zeiten der Entwickelung die kräftigeren Haare mit ihren Spitzen dem konzentrischen Kreise des extramembranösen Plasmas vorausgeeilt sind (Fig. 17), glaube ich folgern zu müssen, daß die kräftigen Stacheln mit Hilfe eines sie durchziehenden Kanales wachsen, die schmächtigeren aber vom extramembranösen Plasma als centrifugale Wandverdickungen ausgeschieden werden.

Für die Erklärung der Richtungsänderung des zunächst gegen das Schalencentrum gerichteten Stachelkranzes ist die Aufsicht auf das Gürtelband Fig. 15 von Bedeutung. Es war für die erste Anlage angenommen, daß die Stacheln am Schalenrand ansetzen. Nehmen wir die Schale a als Beispiel an, so liegt der Schalenrand entweder bei der konvexen Linie *a*—*a* oder bei *x*—*x*; es ist das für die Lösung der Frage unerheblich. Im ersteren Falle wäre ein komplexes Gürtelband vorhanden, im zweiten Falle hätte die Schale einen umgebogenen Rand, an den dann erst das glatte Gürtelband ansetzt. Jedenfalls aber ist nach Anlegung des Stachelkranzes auf der gegen das Schalencentrum hin gelegenen Seite ein nachträgliches Wachstum erfolgt, das ihn auf das Gürtelband hinaufgeschoben hat. Bei dieser Wachstumsverschiebung hat die Basis des Stachelkranzes über die Wölbung der Schale gegen das Gürtelband hin fortgleiten müssen. Damit ist aber die mechanische Notwendigkeit gegeben, daß der Stachelkranz der Lage des Membranstückes, auf dem er festsitzt, entsprechend seine Richtung verändert. Nehmen wir an, das Membranstück lag vorher horizontal und gleitet über die Wölbung fort in die vertikale Lage, so müßte der Stachelkranz um 90° aufgerichtet werden. Das scheint nun mit den Thatsachen in Widerspruch zu stehen, da die Lagendifferenz 180° beträgt. Es ist jedoch vorher darauf hingewiesen, daß die Schalen nicht flach, sondern gegen das Centrum eingesenkt sind. Da ist die Annahme ge-

rechtfertigt, daß das basale Membranstück des Randes, an dem der Stachelkranz zunächst fest haftet, aufgerichtet gewesen ist, daß es also durch Einschiebung des Gürtelbandringes nicht nur um 90°, sondern um 180° aus der aufgerichteten Vertikalen in die abwärts gerichtete Vertikale verschoben wurde, womit der Stachelkranz gezwungen war, seine einwärts gerichteten Stacheln nach außen zu wenden.

Es ist mir nun in der That nachträglich noch gelungen, eine *Gossleriella*-Zelle in eine derartige Lage zu bringen, daß beide Schalen voneinander gelöst und etwa in einem ihrer Durchmesser geknickt im Präparate lagen. Es ergab sich dabei eine Durchschnittsansicht des inneren Schalendeckels, die erkennen ließ, daß dieser Deckel rings innerhalb des Randes eine flache Rinne bildet, die außen von einem steil aufragenden überaus kurzen Randstück selber begrenzt wird. Dieses kurze Randstück ist es, an das die Stacheln ansetzen.

Auf diese Weise scheint mir die Erklärung des eigenartigen Verhaltens von *Gossleriella* möglich zu sein und mit allen bisher bekannten Thatsachen im Einklang zu stehen.

Wenn wir damit das extramembranöse Plasma bei den Diatomeen verlassen, so mag zum Schlusse hervorgehoben werden, daß der wirkliche Nachweis des Vorkommens von extramembranösem Plasma für die erste Anlage des Flügelringes von *Planktoniella* geführt werden konnte — und höchst wahrscheinlicherweise wird sich *Valdiviella* ebenso verhalten — ferner für erste Anlage und Wachstum des Stachelkranzes von *Gossleriella*, deren schmächtigere Stacheln dem extramembranösen Plasma allein ihre Bildung verdanken. Für alle anderen bisher bekannten Fälle bei Diatomeenzellen dürfte es unnötig sein, die Mitwirkung von extramembranösem Plasma anzunehmen.

Tafel XXXIX.

Fig. 1—11. *Planktoniella Sol.* Schütt.

Fig. 1. Zellenskizze. Ansammlung der Membransubstanz in den Ecken der Radialstreben gegen den Flügelrand. (1000:1) 750.

„ 2. Starke Membranansammlung auf der Innenseite des Flügelrandes. (1000:1) 750.

„ 3. Ebenso, mit Plasma (?) an der inneren Flügeloberfläche. (1000:1) 750.

„ 4. Zelle mit Flügelauswucherungen. (500:1) 375.

„ 4a. Stück derselben Zelle. (1000:1) 750.

„ 5. Andere Zelle mit ebensolchen Auswucherungen. Der Flügelrand ist an den betreffenden Stellen aufgelöst. (1000:1) 750.

„ 6. Zelle, nicht völlig intakt. Innerhalb der Kämmerchen des alten Flügels beginnt sich ein neuer zu bilden. (500:1) 375.

„ 6a. Stückchen derselben Zelle stärker vergrößert. (1000:1) 750.

„ 7. Zelle mit fast ausgewachsenem neuen Flügelrand; der alte geschrumpft an der Peripherie. (500:1) 375.

„ 8. Dieselbe Zelle (oder eine entsprechende); Ansatz des Flügels an die Schale. (1000:1) 750.

„ 9. Junge Zelle mit den Protuberanzen des extramembranösen Plasmas, der ersten Anlage der Radialstreben. (1500:1) 1175.

Fig. 10. Etwas älteres Stadium. Verbindung der jungen Radialstreben durch einen Ring von extramembranösem Plasma. (1500:1) 1175.

„ 11. Aeltere Flügelanlage um eine junge Zelle. Die Radialstreben am Rande noch äußerst zart. (500:1) 375.

„ 11a. Stückchen derselben Zelle stärker vergrößert. (1500:1) 1175.

„ 12. *Valdiviella formosa* Schimper. Zelle mit Inhalt. Flügel rings stark gekürzt wiedergegeben. (1000:1) 750.

Tafel XL.

Fig. 13. *Valdiviella formosa* Schimper. Zelle mit Schalenzeichnung und ganzem Flügel. (1000:1) 800.

Fig. 14—17. *Gossleriella tropica* Schütt.

„ 14. Zelle mit doppeltem Stachelkranz und Plasmakörper. (500:1) 400.

„ 15. Gürtelbandaufsicht mit dem Stachelkranzansatz *s*, die Außenschale resp. ihr Gürtelband *a—a* umhüllt die nicht sichtbare, bei *i* liegende Innenschale vollständig. (1000:1) 800.

„ 16 u. 17. Entwickelung des Stachelkranzes auf der freien Oberfläche der Innenschale durch eine dünne Schicht von extramembranösem Plasma, das sich vom Rande her über die Schale ausbreitet. Der zur Zeit funktionierende Stachelkranz der übergreifenden Außenschale rings am Rande abgespreizt. (1000:1) 800.

Peridineen.

Der außergewöhnlich empfindliche Plasmakörper der Peridineen hat meinen Beobachtungen die Beschränkung auferlegt, daß nur die Körperform zur Beobachtung und Wiedergabe gelangen konnte, während der interessantere und wichtigere Teil der Bearbeitung ausschließlich Beobachtungen an lebendem Material vorbehalten bleiben muß. Immerhin erfordern einige Punkte ein näheres Eingehen.

In allen gegebenen Figuren ist der Apex von *Ceratium* und *Peridinium*, welche die häufigsten und wichtigsten Formen der Familie sind, den Beobachtungen gemäß offen gezeichnet worden. Nun soll nach F. Schütt's einleitender Beschreibung der Peridiniaceen im Engler-Prantl[1]) die Apikalöffnung „durch ein mit mehreren kleinen Poren versehenes Polarplättchen geschlossen" sein; die Behauptung wird durch eine darüber stehende Figur von *Blepharocysta* gestützt.

Ohne diese Thatsache anzweifeln zu wollen, muß ich betonen, daß bei den mir vorgelegenen Formen der beiden genannten Gattungen nichts davon zu beobachten war und daß es auch nicht gelang, in dem großen Peridineenopus von Schütt oder in der sonstigen Litteratur über diesen Punkt eine genauere Aufklärung zu finden. Und doch wäre eine solche Fragestellung um so berechtigter, als ja die Möglichkeit einer Turgescenz der Zelle von ihrer Beantwortung zum großen Teil abhängen dürfte. Wenn es bei Diatomeenzellen auffällig erscheint, daß die in ihnen verschiedentlich festgestellte hohe Turgorspannung ihre beiden Schalen nicht auseinanderdrängt, so wäre es ebenfalls merkwürdig, wenn in *Peridinium*- oder *Ceratium*-Zellen bei offenem

1) Engler-Prantl, I, 1b, S. 12.

Apex und ebenfalls offener Geißelspalte überhaupt ein erheblicher Turgordruck zustande käme, wobei von den offenen Antapikalhörnern mancher Formen einstweilen völlig abgesehen sein mag. In gemessenen Fällen betrug die Weite der Apikalöffnung bis zu ca. 10 μ, sie mag unter Umständen auch wohl noch weiteren Durchmesser zeigen. Nun ist ja allerdings der Apex meist am Ende einer längeren Röhre gelegen, und diese wird durch Plasma ausgefüllt, das an den Wänden auch in sich selbst erhebliche Reibungswiderstände entwickeln kann. Bei anderen Formen aber, z. B. bei *Ceratium gravidum* Gourret, ist die Apikalöffnung ohne derartige Röhre direkt am Centralkörper als kreisrundes Loch zu sehen und von einem oft recht ansehnlichen Durchmesser. Daher wird stets entweder eine erhebliche Viskosität oder Zähigkeit des Protoplasma nötig sein, um die Oeffnung gegen irgendwie stärkeren Turgordruck geschlossen zu halten und ein Hinausgedrängtwerden zu vermeiden, oder aber es kann nur eine relativ niedrige Turgescenz in den Zellen vorausgesetzt werden.

Wenn die Entscheidung dieser Fragen naturgemäß auch der Beobachtung lebenden Materiales vorzubehalten ist, so lassen sich doch aus den vorliegenden Angaben von Schütt[1]) vielleicht bereits Schlüsse ziehen. Auf den ersten Seiten seines Werkes ist im Zusammenhange mit der Besprechung der Hautschicht der Zellen häufiger von Plasmolyse die Rede, und es wird auf Abbildungen von *Peridinium* (Taf. XIV, Fig. 40, 3), *Pyrocystis*-Arten (Taf. XXIV u. XXV), *Pouchetia Juno* (Taf. XXVII, Fig. 99, 1 u. 99, 2), *Diplopsalis lenticula* (Taf. XV, Fig. 50) hingewiesen, welche plasmolysierte Zellen mit mehr oder minder von der Zellhaut abgehobenem Plasmakörper zeigen.

In einem gewissen Widerspruche damit scheinen die Beobachtungen über die Schwellbarkeit[2]) zu stehen, welche ergaben, daß gewisse *Gymnodinium*-Arten nicht plasmolysierbar sind, sondern durch Anwendung von Salpeterlösung wie von Osmiumsäure stark aufschwellen. Schütt nimmt an, daß der Periplast „hier eine Zwischenstufe zwischen gewöhnlicher Hautschicht und fester Membran einnimmt". An gepanzerten Formen tritt solche Schwellbarkeit ebenfalls auf und konnte besonders für *Ceratium tripos*, also die uns speciell interessierende Form festgestellt werden. Sie führt hier entweder zur Sprengung des Panzers, oder der Zellinhalt wird „aus den Oeffnungen des Panzers herausgedrängt"[3]). Den Beginn dieses Prozesses der „Schwellblasen"-Bildung beschreibt Schütt in ganz ähnlicher Weise[4]), wie Pfeffer[5]) das Auftreten von Vakuolen in Plasmodien bei der Lösung eingeführter kleiner Asparaginteilchen, nur daß die von ihrem starren Panzer eingeengte Plasmamasse der Ceratien schließlich gezwungen ist, sich Auswege zu schaffen.

Der Versuch der Plasmolysierung gepanzerter Formen hat ganz ähnliche Folgen. Schütt beschreibt ihn in folgender Weise: „Die Grenzen der unschädlichen Reagenzeinwirkung scheinen bei den Peridineen sehr eng zu liegen, entsprechend der großen Empfindlichkeit des Peridineenplasmas auf schädliche Einflüsse von außen. Das Peridineenplasma reagiert schon auf geringe

1) F. Schütt, Peridineen, l. c. S. 1–7.
2) F. Schütt, l. c. S. 90.
3) l. c. S. 101.
4) l. c. S. 102.
5) W. Pfeffer, Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen, Abh. kg. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Kl. Bd. XV Leipzig 1890, S. 187 ff.

Reaktionseinwirkungen verschiedenster Art, z. B. geringe Konzentrationsänderungen des umgebenden Mediums durch Schwellblasenbildung und Aufquellung verschiedener Teile des Plasmas.

Da diese Reaktion empfindlicher ist und schneller wirkt als die einfache plasmolytisch-osmotische Wirkung der konzentrierteren Lösung, so erhalten wir bei schnellerer Konzentrationssteigerung des Mediums nicht dies gewohnte plasmolytische Bild, sondern die Zelle dehnt sich schon vorher aus, bevor die durch die Osmose in Wirkung tretende Saftraumverkleinerung zur Geltung kommen kann, und stirbt dann ab. Dies erklärt, warum die bei Pflanzenzellen gewohnte Wirkung stark konzentrierter Lösungen bei den Peridineenzellen nicht eintritt."

Jene „Schwellblasen" nun, mit deren Bildung die Sprengung der *Ceratium*-Zellen beginnt, sind doch nichts anderes als Vakuolen. Zur Existenz der Vakuolen[1]), besonders aber zu einem starken Anwachsen ihres Umfanges ist eine gewisse osmotische Leistung des Inhaltes vorauszusetzen, da sie anders dem von der Umhüllung ausgeübten Centraldruck nicht würden widerstehen können. Die Körper, welche die Schwellblasenbildung hier bedingen, sind unbekannt. Sie sind aber in den *Ceratium*-Zellen bereits vorher vorhanden, resp. durch jenen äußeren Anstoß frei geworden. Jedenfalls tritt ihre osmotische Leistungsfähigkeit mit dem ersten Beginn des Absterbens der Zelle in Erscheinung, und es liegt nahe, in dieser plötzlichen Turgorerhöhung innerhalb eines darauf nicht eingerichteten Organismus die Ursache der ganzen Katastrophe für die betreffende Zelle zu suchen. — Eine indirekte Bestätigung dieses Erklärungsversuches könnte darin gefunden werden, daß SCHÜTT[2]) angiebt: „Nicht bei allen Species ist die Quellbarkeit gleich stark. Besonders empfindlich habe ich einzelne Ceratien gefunden, z. B. *Ceratium tripos*, andere Gattungen, wie z. B. *Peridinium*, reagieren weniger heftig, und bei noch anderen, wie den Phalacromaceen und Prorocentraceen, habe ich diese Art der Reaktion noch nicht beobachtet." Phalacromaceen und Prorocentraceen aber entbehren einer Apikalöffnung! – Außerdem ist zu berücksichtigen, daß der starre, dicke Panzer der Peridiniaceen den Turgor hinsichtlich seiner Einwirkung auf Festigung der Zelle vollkommen ersetzt.

Ueber Wachstumsvorgänge der Peridineenzelle.

Das, was bisher über Wachstumsvorgänge an Peridineen bekannt ist, verdanken wir SCHÜTT, der besonders in seiner durch ein kritisches Referat von mir veranlaßten Untersuchung über das Wachstum der Flügelleisten von *Ornithocercus*[3]) wertvolle Beobachtungen bringt. Das für uns hier in Betracht kommende wesentliche Resultat faßt SCHÜTT in die Worte zusammen: „Die Zelle baut während ihres ganzen individuellen Lebens an der Flügelleiste fort." Es bezieht sich das freilich nur auf die Strukturierung der Flügel, weniger auf den Größenzuwachs, immerhin ist es bisher die einzige derartige Beobachtung geblieben, die über die Zeitdauer Angaben bringt.

Was für das Dickenwachstum der Membran gültig ist, läßt sich für *Ceratium tripos* in gewissen Formen auch für das Längenwachstum nachweisen. Betrachten wir zunächst einmal den Vorgang der Zellteilung, der das Nachwachsen der Zellhälften einleitet. Die Teilung erfolgt derart, daß der einen, unteren Tochterzelle die beiden Antapikalhörner und vom Centralkörper

1) W. PFEFFER, l. c. S. 219.

2) SCHÜTT, l. c. S. 101.

3) F. SCHÜTT, Erklärung des centrifugalen Dickenwachstums der Membran. Botan. Ztg., 1900, II. Abt., No. 16 u. 17, S. 27 des S.-A.

ein am rechten Antapikalhorn entlang gelegenes Stück bis über die Querfurche hinaus verhalten, während die obere Tochterzelle das Apikalhorn erhält und ein an der innen Körperseite liegendes, entsprechendes Stück des Centralkörpers bis unmittelbar unter den Ansatz des [illegible] Antapikalhornes über die Querfurche hinaus. Während dieser Teilung, also bis zur Neubildung der jeder Tochterzelle fehlenden Platten, ist der Plasmakörper unbehäutet und damit eine die Kohäsion des Plasma übersteigende Turgorspannung ausgeschlossen[1]. Aber auch nachher, wenn der Centralkörper bereits ergänzt ist, sind noch offene, nur durch die Hautschicht des Plasma geschlossene Stellen vorhanden.

Sucht man nämlich in dem Material nach Zuständen, welche noch unabgeschlossenes Wachstum einer Hälfte erkennen lassen, so sind dergleichen nicht allzu selten zu finden. Auf Taf. XLVIII ist in Fig. 12c ein solches Individuum von *Ceratium tripos [illegible]* var. *[illegible]* von der Bauchseite in der doppelten Vergrößerung wie die übrigen Zellen wiedergegeben; nur das linke Antapikalhorn ist voll ausgezeichnet. Man erkennt, daß es noch lange nicht die definitive Länge erreicht hat, und außerdem, daß es mit offenem resp. nur durch eine äußerst zarte Plasmahaut geschlossenem Ende wächst, denn die Konturen der Zellwand ragen unabgeschlossen über den Plasmaleib hinaus. Dasselbe konnte ich mehrfach beobachten. Unter dem Vorbehalt, daß die lebenden Zellen das gleiche Verhalten zeigen, kann also gesagt werden, daß Beteiligung von Turgor am Wachstum in dem Sinne wie bei anderen Pflanzenzellen hier ausgeschlossen sein müßte. Fig. 4, Taf. XLVIII, ist ein in gleicher Ergänzung der Antapikalhälfte begriffenes Individuum von *Ceratium tripos arcuatum*, das sich ähnlich zu verhalten scheint. Hier wäre das schon auffallender, weil *Ceratium tripos arcuatum* normalerweise geschlossene Antapikalhörner zeigt. Es könnte aber möglicherweise eine Verletzung der zarten Enden den Austritt von Plasma aus den Spitzen erst verursacht haben. Zu positiv sicheren Resultaten kann man eben nur an lebenden Zellen gelangen.

Andere Beobachtungen gestatten jedoch weitere Schlüsse zu ziehen. Fig. 11, Taf. II, zeigt eine Zelle von *Ceratium tripos macroceros*, dessen 3 Hörner in etwa gleicher Entfernung von ihren Enden eine nachträgliche Verlängerung zeigen. Man findet derartige Fälle hin und wieder, und sie dürften Anzeichen dafür sein, daß die Existenzbedingungen während der Lebensdauer dieser Zelle sich verändert haben. Ganz ebenso bildet z. B. Kofoid[2] *Ceratium [illegible]* Kofoid ab; auch seine Figur zeigt alle 3 Hörner von bestimmt hervortretenden Punkten ab ansehnlich weiter verlängert. Die nächstliegende Erklärung würde wohl sein, daß die Zelle in Wasser von geringerer Tragfähigkeit, als ihrem Bedürfnisse entsprach, geraten ist und durch Vermehrung des Formwiderstandes dem Hinabsinken entgegenarbeitet. Daß während der Neubildung einer Zellhälfte, wo ja der Formwiderstand vermindert sein muß, gegenüber demjenigen,

1) Es ist vielleicht nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, daß die Bedingung [illegible] verlassen den Schutz der umschließenden mütterlichen Schale erst [illegible] daß die Tochter- resp. Schwesterzellen als rings von Membran umschlossene [illegible] durchbrechung Turgorspannung von ziemlich hohem Betrage [illegible] äußerst geringem Querschnitt darstellt, das [illegible] daraus hervorgeht, daß sie mikroskopisch nur schwierig [illegible] bildungen der Diatomeen sind alsbald vom Panzer umgeben [illegible] meisten umhäuteten Pflanzenzellen [illegible] Diatomeen und Peridineen undurchführbar.

2) C. A. Kofoid, Univ. of California Publ. Zoology, [illegible] abnormally long horns showing distal zone of recent growth [illegible]

welcher einer ausgewachsenen Zelle zu Gebote steht, ein Hinabsinken der *Ceratium*-Zellen stattfindet, geht aus einigen Beobachtungen am Material der „Valdivia" hervor. Station 238 zeigt z. B. 100 m tief eine ganze Zahl von derartigen unfertigen *Ceratium tripos* verschiedener Arten in jedesmal mehreren Exemplaren, die sonst an die oberflächlichen Schichten gebunden sind.

Wenn man nun auch für die Antapikalhörner vielleicht einwenden möchte, daß bei der großen Entfernung vom offenen Apikalende und der engen Passage durch die langgestreckten Arme des Reibungswiderstandes wegen eine Turgescenz an ihrem geschlossenen Ende angenommen werden könnte, so ist dieser Einwand für das gleichfalls nachwachsende Apikalende jedenfalls hinfällig; hier kann also bei dem nachträglichen Zuwachs keine Membranspannung durch einen von innen ausgeübten Turgordruck vorgelegen haben. — Noch klarer liegen die Verhältnisse für die Figg. 12 und 13 auf Taf. LI. *Ceratium tripos longipes* ist der Regel nach mit offenen Antapikalarmen versehen. So zeigen auch die hier vorliegenden Zellen deutliche Oeffnungen an der Spitze ihrer Antapikalarme; nur an dem linken Arme der Fig. 12 könnte noch eine zarte Schlußmembran vorhanden sein. Beide Zellen sind trotzdem mit fast um die Hälfte nachträglich verlängerten Antapikalarmen versehen, deren dünner gebliebene jüngere Membran sich sehr scharf von der stark verdickten älteren absetzt; Fig. 13 zeigt auch am Apikalhorn das gleiche Verhalten.

Diese Beobachtungen mußten hier eingehender behandelt werden, da sich einige Folgerungen daraus ziehen lassen, die für uns nicht ganz bedeutungslos sind. Zunächst zeigt die Möglichkeit der Wiederaufnahme des Längenwachstums, daß, ebenso wie die Zelle von *Ornithocercus* ihr ganzes Leben lang an der Verzierung und Verstärkung ihres Flügels arbeitet, so auch die *Ceratium*-Zellen befähigt sind, ihr Leben lang an der weiteren Ausdehnung ihrer Schwebefortsätze zu bauen. Daß diese Arbeit nicht überall so deutlich nachweisbar ist, wie in den beschriebenen Fällen, ändert an der Thatsache selbst nichts. Die im systematischen Teile angeführten Messungen von *Ceratium tripos volans* var. *elegans* BR. SCHRÖDER (S. 409, Taf. XLIX, Fig. 18) zeigen Zellen mit Antapikalarmen von 1000 – 1400 μ, also einer Ausdehnung von ca. 2½ mm von einem Zellende zum anderen. Solche Zellen sind nach meiner Auffassung also ganz langsam herangewachsen, und auch hier werden, wie SCHÜTT es für *Ornithocercus* Flügel voraussetzt, mehrere Zellgenerationen erforderlich gewesen sein, um diese Länge zu erreichen.

Daraus geht aber wiederum hervor, wie ungenügende systematische Merkmale und Unterschiede die Messungen der Peridineenzellen abgeben und wie wenig Wert auf Bestimmungen zu legen ist, die allein darauf gründen. Denn auch zu einer Zeit, wo die betreffenden Zellen erst den dritten oder vierten Teil ihrer späteren Ausdehnung erreicht hatten, gehörten sie natürlich derselben Species und Form an, genau so, wie die Figg. 12 und 13 durch ihre nachträgliche Verlängerung nicht der Zugehörigkeit zu der Species *longipes* verlustig gehen konnten.

Mit der Wandverdickung bei zunehmendem Alter geht aber auch das Auswachsen der Kämme und Leisten parallel, so daß also die mit *robusta*, *cristata* etc. bezeichneten „Formen" der verschiedenen Arten, wenn nicht ausschließlich, so doch häufig nur Altersunterschieden der betreffenden Zellindividuen resp. Zellwandstücke entsprechen werden.

Ebenso skeptisch stehe ich der systematischen Verwertbarkeit der offenen oder geschlossenen Form der Antapikalhornendigungen gegenüber. Zuzugeben ist freilich, daß die Angehörigen der

Sectio *rotunda* durchweg zugespitzte und geschlossene Antapikalhornenden aufweisen. Bei den Protuberantia-Formen läßt aber dieser Unterschied völlig im Stich und wechselt augenscheinlich auch mit dem Alter der Zelle resp. der Antapikalhälfte. *Longipes*-Formen scheinen meist mit offenen Antapikalhörnern ausgerüstet zu sein; bei dem linken (in der Bauchansicht also rechts liegenden) Horn der Fig. 12, Taf. LI, war aber vorher bereits erwähnt, daß es eine deutliche Oeffnung vermissen läßt. Ebenso sind die typischen *macroceras*-Formen (Taf. XLIX, Fig. 26, 27) meist durch offene Antapikalarme ausgezeichnet, Fig. 11, Taf. LI, aber zeigt sie geschlossen; und bei den Uebergangsformen zu *flagelliferum* und *intermedium* hin hört schließlich jede Regel auf, wie man bei Vergleichung der vielfach bei stärkerer Vergrößerung gezeichneten Hornenden Taf. XLIX erkennt.

Auch die kleinen Anschwellungen, wie die Zuspitzung derselben Armendigungen kann ich nur für individuelle Merkmale halten. So zeigt auf Taf. XXII Fig. 20b, zu *macroceras* gehörig, und Fig. 31c, zu *flagelliferum* zählend, und auf Taf. XLIX Fig. 23 und 24b, ebenfalls verschiedenen Varietäten von *flagelliferum* angehörig, wie Fig. 17b, zu *volans* zu rechnen, eine solche Schwellung, während sie anderen Individuen derselben Formen fehlt. Die *robustum*-Zellen sind meist quer abgestutzt und geöffnet am Ende, so Fig. 13a, Taf. XLVIII; Fig. 13b und c dagegen zeigen beide Antapikalhornenden lang und spitz ausgezogen und mit nur sehr kleiner Oeffnung versehen.

Wie weit ferner durch Einreihung von bisher für verschiedene Species gehaltenen Formen in einen Entwickelungskreis die Zahl der *Ceratium tripos*-Arten vermindert werden kann, ist noch nicht vorherzusehen; einzelne Fälle glaube ich aber jetzt schon herausgreifen zu dürfen. So halte ich *Ceratium tripos contrarium* Gourret für jüngere Zellen von *Ceratium tripos flagelliferum* Cl.[1]). Man vergleiche die Figg. 30a und b mit Fig. 32a und b und Fig. 31a und b, Taf. XXII. Ebenso scheint mir *Ceratium tripos dilatatum* G. K. Jugendformen von *Ceratium tripos platycorne* Daday zu entsprechen. Dazu wären zu vergleichen Taf. XIX, Fig. 9, 10, Taf. XLVIII, Fig. 10a, 10b, Taf. LI, Fig. 4a, 4b, und C. A. Kofoid, Bull. Museum Compar. Zoology, Vol. L, 6, New species of Dinoflagellates, Pl. IV, Fig. 25. Die Antapikalhörner schwellen zunächst an ihrem Ende mehr oder minder stark auf, Taf. XIX, Fig. 9, 10 die Ausdehnung und Verbreiterung nimmt nach und nach gegen die Hornbasis hin fortschreitend zu, Taf. XLVIII, Fig. 10a, 10b, und endlich ist eine im ganzen Verlauf gleiche Breite der Antapikalhörner erreicht, wie Fig. 4a, 4b, Taf. LI, es vorführen.

Ein weiterer Punkt, der einige Worte erfordert, ist die Kettenbildung der Ceratien. Pouchet[2]) und Bütschli[3]) kamen nicht zu einer ganz klaren Einsicht in die Entstehung der Ketten, die dann von Schütt[4]) richtig angegeben ist. Es verhält sich damit in der That genau so wie mit der Kettenbildung von *Fragilaria* oder anderen Diatomeen. Bei der Teilung bleiben die neugebildeten Ergänzungsstücke aneinander haften. Während es nun bei den Diatomeen so geschieht, daß die ganzen Schalenrücken — wenigstens zunächst — sich berühren, ist das Gleiche

1) Es freut mich, hierin einmal mit M. J. Pavillard, Golfe du Lion etc., l. c. p. 220 übereinstimmen zu können.

2) G. Pouchet, Contributions à l'histoire des Cilio-Flagellés. Journal de l'Anat. et de la Physiologie Paris, I, 1885, p. [illegible]; II, 1885, p. 28; III, 1885, p. 525; IV, 1887, p. 87; V, 1892, p. 143.

3) O. Bütschli, Protozoa, II, S. 995, in H. G. Bronn's Tierreich, Bd. I, 1883—87, Leipzig-Heidelberg.

4) F. Schütt, Peridiniaceae, in Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfamilien, I, 1b, Leipzig, 1896, S. 14, Fig. 18.

bei der Formgestaltung von *Ceratium* ausgeschlossen. Vielmehr haftet nur die neugebildete Apikalöffnung der unteren Zelle an der neugebildeten rechten ventralen Endstelle der Querfurche der oberen Schwesterzelle (Taf. XLVIII, Fig. 14 b). Trifft man nun *Ceratium tripos*-Arten, für die eine sehr dicke Wandung charakteristisch ist, in Kettenbildung an, so wird es oft möglich sein, an dem verschiedenen Wanddurchmesser mit großer Schärfe die neugebildeten Teile, die noch nicht Zeit hatten, eine erheblichere Celluloseauflagerung auf ihre primäre Membran fertigzustellen, von den älteren, mit stark verdickten Wänden versehenen Teilen zu trennen. Besonders geeignet sind für die Beobachtung Vertreter der Subsectio *robusta*, vor allem auch deshalb, weil diese dickwandigen Formen an manchen Stationen sehr regelmäßig die Gelegenheit ergreifen, den Formwiderstand und damit das Schwimmvermögen ihrer schweren Zellen durch Kettenbildung zu erhöhen. Fig. 14, Taf. LI, zeigt an *Ceratium tripos vultur* var. *sumatrana* auch ohne Einzeichnung der einzelnen Panzerplatten, wie der Zerfall der Mutterzelle stattgefunden hat, und wie ihre Hälften aufgeteilt worden sind. An der jetzt unteren Zelle ist das antapikale Ende das ältere, es reicht an der rechten Seite weit über die Querfurche hinaus, die ebenfalls in ihrem rechten Teile der Mutterzelle unverändert entnommen ist. Man beachte auch dabei gleich, daß die Antapikalhörner wiederum eine nachträgliche Verlängerung erfahren haben; die neuen Zuwachsstücke sind mit noch ganz dünner Membran bekleidet, und da der Absatz der älteren dicken Zellhaut deutlich hervortritt, sehen sie wie aus einer Scheide vorgestreckt aus. Auch sind die Enden geschlossen, obgleich die Zellen dieser Art meist mit offenen Antapikalhörnern aufzutreten pflegen, vergl. Taf. XLVIII, Fig. 15a, 15b. An der oberen Zelle ist natürlich das apikale Ende der Mutterzelle entnommen, und man sieht die linke Hälfte der Querfurche und darüber hinaus bis an die Basis des linken Antapikalhornes die alte verdickte Membran heranreichen. Das ganze Mittelstück ist neu entstanden und hat sich zwischen die beiden Hälften der Mutterzelle eingeschoben, indem jede Hälfte zu einer ganzen Zelle ergänzt wurde. Dabei ist das neugebildete Apikalhorn der unteren Zelle an der neugebildeten rechten Querfurchenecke der oberen Zelle, und zwar auf der ventralen Seite, haften geblieben und vereinigt die beiden Zellen zu einer Kette, die bei weiter eintretenden Teilungen sich in derselben Weise weiter verlängern kann. Ob das Plasma an der Endöffnung des Apikalhornes nur die Festheftung bewirkt, oder ob auch eine wirkliche Plasmaverbindung durch die ganze Kette zu stande kommt, ist eine bereits von BÜTSCHLI[1]) aufgeworfene Frage, deren Bedeutung aber zur Zeit durch die Annahme von extramembranösem Plasma an der Oberfläche jeder Zelle herabgemindert erscheint.

Als wesentliches Resultat dieser Betrachtung über das Wachstum der Peridineenzellen können wir also festhalten, daß die Zellen nicht nur an der Ausgestaltung ihrer Flügeloberfläche durch Generationen hin andauernd arbeiten, sondern daß die Erhöhung der Formwiderstände — mindestens die Verlängerung der Arme in der Gattung *Ceratium* — ebenfalls über das Leben des Einzelindividuums hinaus von den Tochter- und Enkelgenerationen weiter gefördert wird[2]).

1) Cf. Dinoflagellata, l. c. S. 995.

2) Einige unvollständige Beobachtungen über Ruhesporen, Gallertsporen etc. bei Peridineen sind in dem Abschnitt: Neritisches und ozeanisches Phytoplankton, S. 400, zusammengestellt unter Dauersporengenerationen.

Pyrocystis.

Die Gattung *Pyrocystis* stellt in ihren verschiedenen Angehörigen überaus häufige und im Warmwassergebiet wohl nirgends fehlende Vertreter, zu deren genauerer Bestimmung aber die Kenntnis der Entwickelungsgeschichte notwendig sein würde, wie sich aus den neuerdings bekannt gewordenen Angaben von Apstein [1] ergiebt. Nach seinen Beobachtungen folgt, daß den Pyrocysteen eine große Mannigfaltigkeit von Formen zukommt, die sich in den Entwickelungsgang einer Species einfügen. Da nun die Kugelform vielleicht in dem Kreislauf einer jeden Species wiederkehren dürfte, so wird man künftig auf den verschiedenen Durchmesser der Kugeln besonders zu achten haben. Das ist bei der Bearbeitung des „Valdivia"-Materials noch nicht geschehen, weil diese Sachlage erst bei Abschluß meiner Arbeiten bekannt geworden ist, und so konnte das Material der Tiefsee-Expedition nur nach den Umrißformen der Zellen in der Uebersicht des Materials aufgeführt und benannt werden.

Apstein beobachtete in der Nordsee eine kugelige *Pyrocystis*, die sich in den Größenausmaßen von *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray unterscheidet und schließlich als dem Entwickelungskreise von *Pyrocystis lunula* Schütt angehörig erwiesen werden konnte. *Pyrocystis pseudonoctiluca* J. Murray schwankt in der Länge ihres Durchmessers nach Murray (lebend gemessen?) von 600 bis 800 μ, nach Apstein an konserviertem Material von 350 bis 533 μ; nur einmal ist 178 μ gefunden worden. *Pyrocystis lunula* forma *globosa* Apstein zeigte dagegen lebend nur 120—172 μ, konserviert aber 62—124 μ (meist 107 μ) Durchmesser, so daß die Formen danach getrennt werden können.

In diesen kugeligen Zellen von *Pyrocystis lunula* f. *globosa* Apstein entstehen nun nach mitotischer Kernteilung 2, 4 oder der Regel nach 8 Tochterzellen. Die Teilung des Kernes geht oftmals noch einen Schritt weiter, da aber niemals mehr als 8 Tochterzellen beobachtet werden konnten, ist eventuelle Wiedervereinigung der 16 Kerne zu 8 möglich. Die 8 Tochterzellen entsprechen der *Pyrocystis lunula* forma *lunula* Schütt. Diese *lunula*-Zellen führen ihren Kern an der konkaven Seite. Apstein konnte bei der Teilung hier niemals Chromosomen bemerken und nimmt daher direkte Kernteilung an. Es bilden sich auch hier 4 und darauf 8 Tochterzellen, doch wurden auch nur 5 und 6 in Einzelfällen beobachtet. Diese Tochterzellen sind nun *Gymnodinium*-ähnliche Schwärmer, wie sie nach Brandt [2] u. a. auch bei Radiolarien verbreitet sind. Die Weiterentwickelung dieser Schwärmer bleibt festzustellen. Danach deutet Apstein den Kreis der Entwickelung nun folgendermaßen: „*Pyrocystis lunula* forma *globosa* bildet meist 8 *Pyrocystis lunula* forma *lunula* aus, wobei der Kern Mitose zeigt. Die *Pyrocystis lunula* forma *lunula* bildet in ihrem Innern ein oder durch direkte Teilung mehrere *Gymnodinium*-ähnliche Schwärmer aus. Ob unter letzteren sich Makro- und Mikrosporen werden unterscheiden lassen, bleibt noch zu untersuchen, und ob durch deren Kopulation eine Art geschlechtlicher Vorgang eingeleitet wird, der dann zur Bildung von *Pyrocystis lunula* forma *globosa* führt, bedarf noch der Aufklärung. In dem Falle würde *Pyrocystis lunula* forma *lunula* als Hauptform — als Geschlechtsgeneration — zu gelten haben, die *Pyrocystis lunula* forma *globosa* als Nebenform mit ungeschlechtlicher Fortpflanzung, falls nicht die oben erwähnte Verschmelzung der 16 Kerne zu 8 Kernen statthat und dann als geschlechtlicher Vorgang zu deuten ist. Sollte

1) C. Apstein, *Pyrocystis lunula* und ihre Fortpflanzung. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, N. F., Bd. IX, Kiel, 1906.
2) K. Brandt, Beiträge zur Kenntnis der Collozoen, 1905; citiert nach Apstein.

sich nicht die vermutete Art der Fortpflanzung finden, so wäre der mitotischen Teilung wegen *Pyrocystis lunula* forma *globosa* die Hauptform und *Pyrocystis lunula* forma *lunula* die Nebenform wegen der direkten Teilung. In jedem Falle würden wir einen Generationswechsel zu konstatieren haben."

Dieses Ergebnis ist ja freilich noch sehr lückenreich, auch erscheint die Schwärmerbildung mit direkter Teilung des Kernes etwas merkwürdig, besonders wenn eine eventuelle sexuelle Verschiedenheit der (Mikro- und Makro-)Schwärmer angenommen werden soll — immerhin erfahren wir aber aus der Arbeit zuerst, daß eine genetische Beziehung zweier verschiedener *Pyrocystis*-Zellen zu einander vorhanden ist, während bisher nur bekannt war, daß Bildung *Gymnodinium*-artiger Schwärmer in den *Pyrocystis*-Zellen stattfindet. Auch hier ist also nur von weiteren Beobachtungen lebenden Materials genauerer Aufschluß zu erwarten.

Für das „Valdivia"-Material und die Aufzählung der Formen an den einzelnen Stationen ist, wie schon bemerkt, eine Unterscheidung in *Pyrocystis pseudonoctiluca* und *P. lunula* nur nach ihren Umrißformen vorgenommen. Gelegentliche Zusätze wie „auffallend große Zellen", deuten bereits auf Unterschiede innerhalb der als *P. pseudonoctiluca* zusammengefaßten Zellen hin. Bisweilen fanden sich auch abweichend gestaltete Formen, die einmal zu der Vermutung berechtigen, daß *Pyrocystis hamulus* aus Zellen heranwächst, die unter *P. lunula* subsumiert worden sind, die andererseits darauf hinweisen, daß auch *P. fusiformis* einen kugeligen Entwickelungszustand besitzt, der die Unterscheidung zwischen den Arten noch weiter erschweren würde.

Zur Speciesfrage bei den Peridineen.

Hängt bei diesen Pyrocysteen also die feste Fassung einer Species noch wesentlich von der Erweiterung unserer Kenntnisse über den Entwickelungsgang der Formen ab, so sind die Schwierigkeiten bei den polymorphen *Ceratium*- und *Peridinium*-Arten anderer Natur. Bleiben wir einmal bei dem enfant terrible der Peridineen *Ceratium tripos* stehen.

Im Gegensatze zu der Mehrzahl der Autoren habe ich an *Ceratium tripos* als Hauptspecies festgehalten und alle die zahllosen Formen dieser subsumiert, soweit sie eben in die gesteckten Grenzen entfallen, d. h. soweit ihre Antapikalhörner unverzweigt sind und mit den Enden oberhalb der nach unten gekehrten Scheitelfläche verbleiben, und soweit ihre Platten nicht retikuliert sind. Die Umständlichkeit längerer Namen, die ja überdies abgekürzt geschrieben werden können, scheint mir ein geringerer Uebelstand zu sein, als die Formverhältnisse nicht berücksichtigende Bezeichnungen, wenn sie auch noch so kurz sind. Ich habe im systematischen Teile S. 403 ff. diese Form als Untergattung von *Ceratium* bezeichnet und in Sektionen und Untersektionen eingeteilt, die im wesentlichen auf den Beobachtungen der Körperumrisse beruhen. Ganz damit einverstanden könnte ich sein, wenn diese Untersektionen als Grundlage je einer Species anerkannt würden. Hier sollen nur einmal die Schwierigkeiten, die einer scharfen Umgrenzung derartiger „Arten" von *Ceratium tripos* entgegenstehen, erörtert und auf einige Faktoren hingewiesen werden, die ich glaube für den außergewöhnlichen Spielraum der individuellen Formabweichungen mitverantwortlich machen zu können.

H. H. Gran[1]) bespricht in seinem ausgezeichneten Werke die Gründe, welche ihn veranlassen, *Ceratium tripos longipes* und *C. tripos arcticum* als selbständige Arten voneinander zu trennen. Messungen zahlreicher hierher gehöriger Individuen mit einem Gonioeder-Okular ergaben für die Winkel der Antapikalhörner Werte von [illegible] bis [illegible]. Bei Eintragung der auf jeden Wert entfallenden Individuenzahlen ergaben sich zwei Gipfel der Kurve. Zellen mit konvergierenden bis schwach divergierenden Hörnern —20° bis [illegible] gehören zu *C. tripos longipes*, solche mit stark divergierenden Hörnern [illegible] zu *C. tripos arcticum*. In dieser Weise läßt sich gewiß eine Unterscheidung treffen, wenn die Voraussetzungen eingehalten sind, die Gran macht, daß nämlich nur vollentwickelte Zellen berücksichtigt werden. Wie wir aber vorher gesehen haben, ist es für einzelne Formen äußerst schwierig zu sagen, ob die betreffende Zelle wirklich ausgewachsen ist, da anscheinend vollentwickelte Zellen noch von neuem zu wachsen anfangen können, ja wahrscheinlich Zeit ihres Lebens niemals aufhören zu wachsen. Ebenso ergiebt sich aus dem Gesagten, daß es in einem sehr formenreichen Peridineenplankton unmöglich sein kann, für unentwickelte Zellen anzugeben, welcher Art resp. Subsectio sie zugerechnet werden müssen. Endlich zeigen die Tafeln XIX—XXII und XLVIII, XLIX und LI zur Genüge, daß die Fülle der Uebergänge innerhalb der Subsektionen *arcticum*, *macroceras*, *flagelliferum*, *tergestinum* die Zuteilung der Individuen zu dieser oder jener oft ganz unmöglich machen.

Dieser ungewöhnliche Polymorphismus ist besonders auffällig im Vergleich zu den doch annähernd unter gleichen äußeren Bedingungen lebenden Diatomeen, deren Formen und Strukturen mit großer Regelmäßigkeit innerhalb jeder Species festgehalten zu werden pflegen. Man wird daher äußeren Faktoren allein kaum die Schuld der Variabilität jener Ceratien, der Formenkonstanz dieser Diatomeen zuschieben können. Vielmehr müssen die Eigenschaften des Plasmakörpers und die Organisationsverhältnisse der Zellen in erster Linie dafür verantwortlich gemacht werden. Den Umständen gemäß sind wir auf Erörterung der letzteren beschränkt.

Die Vermehrung von Diatomeen wie Peridineen beruht vorzugsweise auf der Teilung der Zellen. Bei ersteren werden die neuen Schalen nach Teilung des Plasmakörpers im Schutze der alten Schalen und rings von Plasma umgeben angelegt, und erst nach Fertigstellung der jüngeren Schalen, oft sogar recht lange nachher, weichen die umfassenden älteren Schalen mit ihren Gürtelbändern völlig auseinander. Das neue Zellenpaar wird also in zusammenhängender Kette oder in den beiden Einzelzellen, erst nach vollständiger Ausbildung seiner schützenden Hülle der Außenwelt zugänglich; auf die Ausgestaltung dieser Hülle, eben der Schalen hat das Plasma der Mutterzelle, innerhalb dessen sie entstehen, den größten direkten Einfluß. Kein Wunder, daß sie den älteren Schalen aufs vollständigste gleichen.

Anders bei den Peridineen. Wir haben ja bereits verfolgt, wie bei der Teilung der *Ceratium*-Zellen nach Zerlegung des Plasmakörpers die beiden Hälften auseinanderweichen. Ob nun die Zellen nachher als Kette zusammenhängen oder ganz frei voneinander sind, an mehr als der einen Stelle bleibt für das bis dahin einheitliche Zellplasma keine Verbindung erhalten. Daher werden die neuen Platten der zu bildenden antapikalen wie apikalen Zellhälfte nur auf der Innenseite von geschlossener Plasmamasse umgeben. Sie werden trotz des [illegible] meßbar dünnen Ueberzuges von extramembranösem Plasma den Einflüssen

1) H. H. Gran, Das Plankton des Norweg. Nordmeeres. Bergen [illegible]

der Außenwelt viel mehr ausgesetzt sein als die im Zellinnern heranwachsenden Diatomeenschalen. Bei der aus Schütt's Beobachtungen zu folgernden außergewöhnlichen Empfindlichkeit des Peridineenplasmas müssen die äußeren Faktoren auf die Ausbildung der Zellhüllen und ihrer Gestaltung um so leichter Einfluß gewinnen, als die Fertigstellung ja sehr lange Zeit in Anspruch nimmt, also mit ziemlicher Sicherheit auf stärkeren und wiederholten Wechsel von Temperatur, Beleuchtung, Salzgehalt, Dichte des Mediums, Wasserbewegung u. s. w., kurz aller irgend in Frage kommenden äußeren Verhältnisse gerechnet werden kann. Vergleicht man z. B. die in der Litteratur sich findenden Abbildungen von *Ceratium*-Ketten, so läßt sich die große Abweichung der einzelnen doch im nächsten Verwandtschaftverhältnis zu einander stehenden Zellen zur Genüge erkennen. Ganz abgesehen von der Länge der einzelnen Hörner sind die Winkel, die Formen der Antapikalhörner, ihre Krümmungen, kurz jede Ausgestaltung bei jeder Zelle anders als bei den übrigen. Man vergleiche z. B. Schütt in Engler-Prantl, l. c. S. 10, Fig. 13; Ders., Peridineen, l. c. Taf. IX, Fig. 38, 2; G. Karsten, Antarkt. Phytoplankton, Taf. XIX, Fig. 12a; Ders., Atlant. Phytopl., Taf. XX, Fig. 8b, und hier Taf. XLVIII, Fig. 13a, Fig. 14a, 14b, Taf. LI, Fig. 8, Fig. 14; Br. Schröder, Phytoplankton d. Golfes v. Neapel, l. c. Taf. I, Fig. 17m, K. Okamura, Annotated list etc., l. c. Taf. III, Fig. 1a, 1c.

Die lange Zeit, die bei Bildung einer solchen Kette langsamen Wachstumes in Betracht kommt, ist gewiß einer der gewichtigsten Umstände, da er ja außerordentliche Verschiedenheiten aller möglichen anderen Faktoren einschließen muß. Aber ob nicht auch die andersartige Entwickelungsweise mit Hilfe extramembranösen Plasmas einen gewissen Anteil an der Variabilität haben wird, ist eine Frage, die ich nicht übergehen möchte.

Es konnte vorhin gezeigt werden, daß die Entwickelung des Stachelkranzes von *Gossleriella* der einzige sichergestellte Fall bei Diatomeen ist, daß extramembranöses Plasma für die Anlage und die ganze Ausbildung mindestens der schwächeren Stacheln verantwortlich gemacht werden muß. Nun ist dieser Stachelkranz gleichzeitig ein Gebilde, das in sehr wechselnder Form auftritt und mehr Unregelmäßigkeiten aufweist, als in der Regel innerhalb einer Diatomeenspecies nachgewiesen werden können. Bald waren die Stacheln kurz, bald lang, bald fehlten die schwächeren völlig zwischen den stärkeren, und stets war ihre Stellung unregelmäßig, bald abwechselnd einzelne der beiden Formen, bald 3—4 hintereinander, bevor die andere Form eingeschaltet wurde. Da drängt sich denn doch der Gedanke auf, ob nicht die Anlegung und Ausbildung durch Außenplasma minder strikte Gesetzmäßigkeit der Organe verbürgen möchte, als die innerhalb des Plasmakörpers einer Mutterzelle vor sich gehende Gestaltung.

Schizophyceen.

Einige Beobachtungen über die im systematischen Teil aufgeführten Schizophyceen müssen auch hier erwähnt werden.

Daß durch Absterben einzelner oder mehrerer Zellen in den Reihen von *Katagnymene*-Arten der Zerfall der Fäden ermöglicht wird, ist bereits von dem Autor[1]) der Form beobachtet

[1]) Lemmermann, Reise nach dem Pacifik, l. c. S. 354.

worden. WILLE[1]) kann in diesem Vorgang keine normalerweise in den Entwickelungsgang der Zellreihen gehörige Vermehrungsart erblicken; er sieht vielmehr etwas Zufälliges darin und ist geneigt, „anzunehmen, daß die Fäden . . . . sich normal wie die *Oscillaria*-Arten dadurch vermehren, daß die Querwand an einzelnen Stellen platzt, wodurch „Synakineten", bestehend aus mehreren Zellen, gebildet werden, die dadurch frei werden, daß die Gallerthülle verschleimt . . . .". Ich muß gestehen, daß mir das „Platzen" der Querwand nach dieser Darstellung nicht ganz klar ist, denn als Querwand würden doch nur die zwischen den einzelnen Zellen bestehenden Scheidewände bezeichnet werden können. Vielleicht soll aber mit dem Platzen der Querwand die Spaltung der Querwand gemeint sein, wie WILLE den Ausdruck im Nord. Plankton, XX, S. 2, gebraucht. Dann wäre der Vorgang ja sehr einfach; ich glaube aber kaum, daß diese Vorstellung die Regel trifft. Wenigstens nach meinen Beobachtungen im „Valdivia"-Material kann ich nur bestätigen, daß das Absterben einzelner oder mehrerer Zellen an beliebigen Stellen der Fäden ein oft zu beobachtender Vorgang ist. Die Einleitung läßt sich bereits an Fig. 6a, Taf. XLV, erkennen. Man sieht hier deutlich an mehreren Stellen, daß einzelne Zellen aufgebläht sind und sich mit konvexen Vorwölbungen in die Nachbarzellen hineindrängen. Der Vorgang geht dann nach und nach weiter und endet mit dem Absterben und Hinausgedrängtwerden der abgestorbenen Elemente aus dem Verbande. Fig. 5, Taf. LIV, zeigt das allmähliche Weiterfortschreiten des Prozesses an *Trichodesmium erythraeum* WILLE, wo er in genau derselben Weise verläuft. Meiner Ansicht nach, die ich durch zahlreiche Beobachtungen an dem „Valdivia"-Material stützen kann, welche den Vorgang bei *Trichodesmium* wie *Katagnymene* stets in gleicher Weise verlaufend erkennen ließen, ist hierin die gewöhnliche Art der Vermehrung zu erblicken; wenigstens ist es mir nicht gelungen, einen anderen Modus ausfindig zu machen.

Bisweilen geht nun das Absterben der Zwischenstücke so weit, daß nur eine einzige Zelle lebend erhalten bleibt. Diese rundet sich kugelig ab, und oft ist eine ganze Reihe solcher Kugeln in der zusammengefallenen Scheide zu erblicken. Diese Zellen oder doch ein Teil von ihnen dürfte die nächste Vegetationsperiode erleben und neue *Katagnymene*-Fäden durch Teilungen aus sich hervorgehen lassen (Taf. XLV, Fig. 6b).

Der Beginn des Absterbens der ganzen Fäden ist stets dann gegeben, wenn die *Katagnymene*-Kolonien anfangen, in die Tiefe zu sinken. Es scheint, daß die Fäden eine stärkere Verdunkelung, wie sie damit verbunden ist, nicht zu ertragen vermögen. Die gleiche Erscheinung ist auch für andere Schizophyceen zu erwähnen, so daß die als Meeresplanktonten auftretenden Schizophyceen sehr lichtbedürftige Organismen darstellen. Da die genau entgegengesetzte Eigentümlichkeit, nämlich außergewöhnliche Unempfindlichkeit gegen Lichtentziehung für Süßwasser-Oscillarien verschiedentlich[2]) festgestellt werden konnte, scheint dies Verhalten der meerbewohnenden Schizophyceenplanktonten immerhin beachtenswert. Der Vergleich mit der im Süßwasserplankton auftretenden *Gloiotrichia echinulata* P. RICHTER zeigt aber, daß die Gewöhnung an schwebende Lebensweise die unabweisliche Forderung an die Zellen stellt, eine das Schwimmen in oberflächlichen Wasserschichten ermöglichende Organisation anzunehmen. Ob auch die *Trichodesmium*- und *Katagnymene*-Zellen Gasvakuolen führen, wie KLEBAHN[3]) sie für *Gloiotrichia* feststellen konnte,

1) N. WILLE, Schizophyceen der Plankton-Expedition, Kiel 1904, S. 51.

2) R. HEGLER, Untersuchungen über die Organisation der Phycochromaceenzelle. PFINGST, Jahrb. f. w. Botanik, Bd. XXXVI, Leipzig 1901, S. 291; daselbst weitere Angaben.

3) H. KLEBAHN, Gasvakuolen, ein Bestandteil der Zellen der wasserblütenbildenden Phycochromaceen. Flora, 1895, S. 2[illegible].

war bei der Konservierung des Materials in starkem Alkohol nicht mehr zu entscheiden. Aus demselben Grunde konnte auch WILLE[1]) keine bestimmten Angaben darüber machen. Die Diskutierung der verschiedenen Möglichkeiten wolle man dort vergleichen.

Weiter ist hier hinzuweisen auf die nicht genauer bestimmte *Anabaena*-Art von Station 200 und 207, vergl. Systematischen Teil, S. 402. Es ist dort gezeigt, daß in den Kolonien normaler *Anabaena*-Fäden, die mit Grenzzellen in der charakteristischen Weise den Fadenverlauf unterbrechen, anders gestaltete Zellen auftreten, welche ebenfalls noch eine fadenförmige Aneinanderreihung erkennen lassen. Die Zellen unterscheiden sich von den normalen dadurch, daß jede mit einem den Zelldurchmesser um das Doppelte an Länge übertreffenden Hals versehen ist, Taf. XLV, Fig. 8a, 8b, der am Ende eine weite Oeffnung besitzt. Die Zellen sind leer. Es muß also der Zellinhalt auf dem Wege durch den Hals entwichen sein, und die Länge des Halses läßt an bewegliche kleine Schwärmer denken. Sehr zu bedauern ist das Fehlen von Untersuchungen im lebenden Zustande, die nähere Aufklärung hätten bringen können; dies Objekt wäre also für die Zukunft im Auge zu behalten. Im Journal SCHIMPER's ist die Form nicht erwähnt. So läßt sich zur Zeit leider nicht entscheiden, ob es möglich ist, mit Hilfe dieses Befundes in die Entwickelungskette von *Anabaena* ein neues, bisher unbekanntes Glied einzufügen, oder ob es sich um parasitische Organismen, etwa Chytridiaceen handelt, welche die *Anabaena*-Zellen befallen und nach Aussaugung der Wirtszelle ein Ruhestadium durchmachen, um sie alsdann als Schwärmer wieder zu verlassen, wie es für die Taf. LIV, Fig. 10 wiedergegebene *Entophlyctis Rhizosoleniae* n. sp. anzunehmen ist, vergl. Systematischen Teil, S. 422.

Die interessanteste Form der aufgefundenen Schizophyceen ist endlich *Richelia intracellularis* J. SCHMIDT[2]), cf. Systematischen Teil, S. 403.

Richelia ist eine typische Nostocacee; sie bildet kurze gerade Zellfäden von 3 oder 4 bis zu 20 Zellen. Die eine Endzelle, seltener beide, sind von doppeltem Durchmesser und stellen Grenzzellen dar. Wie einige *Nostoc*- und *Anabaena*-Arten das Bestreben haben, in Hohlräume von Lebermoosen- oder Azolla einzudringen, so ist dasselbe auch bei *Richelia* zu beobachten. Man findet die Zellreihen freilich bisweilen vollkommen freilebend, doch ist das das seltenere Vorkommen. Sehr häufig konnte die Alge in den Zelllücken von *Chaetoceras contortum* SCHÜTT beobachtet werden. Die Beschreibung der *Chaetoceras*-Art S. 391 zeigt, daß recht große Abstände zwischen den einzelnen Zellen der Ketten bestehen. In diesen Lücken fanden sich an gewissen Stationen 192—208 und 212—215 regelmäßig *Richelia*-Fäden eingedrungen, die von *Richelia intracellularis* specifisch nicht getrennt werden können. In älteren Zellreihen besonders fehlten sie kaum jemals, waren in anderen Fällen sogar in Mehrzahl in den Fensterchen zu erblicken, bis zu 3 konnte ich feststellen, vergl. Taf. XLV, Fig. 3, 3a, 3b.

Während diese Kombination meines Wissens bisher nicht beobachtet worden war[3]), ist das noch eigenartiger erscheinende Auftreten innerhalb der lebenden *Rhizosolenia*-Zellen ja ver-

1) WILLE, Schizophyceen der Plankton-Expedition, l. c. S. 53ff. — DERS., Nord. Plankton, XX, S. 20.

2) OSTENFELD und SCHMIDT, Röde Hav, l. c., 1901, S. 146.

3) In der nur nach Abschluß dieses Kapitels zugehenden Publikation von O. OKAMURA, *Chaetoceras* and *Peragallia* of Japan, l. c., 1907, finde ich den Fall bereits angeführt für *Chaetoceras compressum* (LAUDER) syn. mit *Ch. contortum* SCHÜTT. OKAMURA meint es Parasitismus, wofür eine Begründung nicht erbracht ist. Mir scheint meine oben folgende Anschauung eher zutreffend zu sein. OKAMURA giebt Taf. III, Fig. 11a auch eine Abbildung von *Chaetoceras compressum* (LAUDER) mit den *Richelia*-Zellreihen.

schiedentlich festgestellt und abgebildet[1] worden. Die *Richelia*-Fäden haben stets eine bestimmte Orientierung in den *Rhizosolenia*-Zellen; sie kehren die Grenzzelle immer gegen das jenige Zellende, dem sie genähert liegen. Meist sind die in Einzahl oder in Mehrzahl vorhandenen Gäste sogar gerade unterhalb der Spitze, wo die Zelle ihren normalen Durchmesser gewinnt, zusammengedrängt. Sehr zahlreiche *Rhizosolenia*-Arten sind befähigt, den Gast ohne gegenseitige Beeinträchtigung aufzunehmen und zu beherbergen; so konnte ich sie beobachten in *Rhizosolenia styliformis* Brtw., *Rh. cylindrus* Cl., *Rh. hebetata* Bail. f. *semispina* Gran, *Rh. Temperei* H. P. und *Rh. similis* G. K. Nach Pavillard soll auch *Rh. setigera* Brightw. den Gast bisweilen beherbergen, doch handelt es sich nach der Abbildung um *Rh. hebetata* f. *semispina* Gran, die, seit Peragallo beide irrtümlicherweise nicht auseinandergehalten hat, bei den französischen (doch auch einzelnen deutschen) Autoren regelmäßig mit *setigera* verwechselt wird. Die *Rhizosolenia*-Zellen werden durch ihren Gast offenbar nicht beeinträchtigt, vielmehr fand ich sie bisweilen von ganz besonders gesundem Aussehen und mit reicherem Chromatophorenbelag ausgestattet als *Richelia*-freie Zellen. Es besteht auch eine gewisse Wechselbeeinflussung der beiden Komponenten. Denn zu einer Zeit, wo sonst noch keinerlei Anzeichen beginnender Zellteilung in den Wirtszellen zu bemerken sind, ist die *Richelia*-Kolonie bereits im Begriff, den Folgen der Zellteilung sich anzupassen. In Fig. 4a, Taf. XLV, sieht man die rings der Wand angelagerten Zellfäden mehr in die Mitte der *Rhizosolenia*-Zelle sich zurückziehen und die Teilung der erheblich verlängerten Fäden vornehmen. Dabei ist ersichtlich, daß auch am anderen Ende des Fadens eine Grenzzelle herausgebildet wird. Sodann rücken die Richelien in die beiden Zellenden auseinander, und wenn die Teilung der *Rhizosolenia*-Zelle alsdann vollzogen wird, erhält jede Tochterzelle eine Hälfte der bisher einheitlichen *Richelia*-Kolonie.

Das Zustandekommen dieser Symbiose ist wohl in folgender Weise zu erklären. Die langen *Rhizosolenia*-Zellen zerbrechen sehr leicht, ohne daß damit jedesmal der Tod der Zelle besiegelt wäre. Vielmehr schließt sich die Wunde oft zunächst durch eine Plasmahaut, die später durch eine neue Schale ersetzt wird. In der Zwischenzeit können aber Schlupfwinkel aufsuchende Richelien leicht in die Zelle eindringen und sich darin häuslich einrichten. Bei dem Bestreben, immer tiefer in die gefundene Höhlung hineinzugelangen, werden sie in den inzwischen wieder ergänzten und geschlossenen Zellen von der Außenwelt abgeschnitten. Sie müssen sich an dem neuen Wohnorte offenbar alsbald wohl fühlen, da sie sich stark darin vermehren und sich in der geschilderten Weise auf die Tochterzellen verteilen. An verschiedenen Stationen war es sehr schwer, *Rhizosolenia*-Zellen der betreffenden Arten ohne einen Gast anzutreffen.

Wenn sich beide Komponenten nach der gegebenen Schilderung in ihrem Zusammenleben wohl befinden, so müssen sie irgend welche Vorteile davon ziehen können. Der Nutzen, der den Richelien aus der Symbiose erwächst, läßt sich aus ihrer mit *Chaetoceras* eingegangenen Verbindung im Vergleich mit dem Verhalten der in den Rhizosolenien befindlichen Zellreihen erschließen.

Wie es auf dem Lande Pflanzen giebt, die den eigenen Stamm ungenügend fest ausbilden, dafür Schlingbefähigung oder Kletterorgane sich schaffen und dadurch von dem festen Aufbau anderer Pflanzen, an denen sie emporklimmen, Nutzen ziehen, so haben die Richelien sich daran angepaßt, die Lücken der *Chaetoceras*-Ketten und die leichtgebauten *Rhizosolenia*-Zellen

1) Außer bei Ostenfeld und Schmidt, Rede Hav. [illegible] p. 45, Pl. II, Fig. 3.

als Standorte zu wählen, an denen sie vor einem Hinabsinken in die Tiefe möglichst gesichert sind. Da bereits mehrfach darauf hingewiesen ist, daß die marinen Schizophyceenplanktonten eine stärkere Verdunkelung, wie sie in den tieferen Schichten herrscht, nicht vertragen können, sondern dabei schnell zu Grunde gehen, so ist die Benutzung der besten Planktonschwimmer, wie es die Rhizosolenien und *Chaetoceras*-Formen sind, gleichsam als Schwimmblase oder Korkgürtel, außerordentlich geeignet, den Richelien einen gut belichteten Platz möglichst lange zu erhalten. Bei dem schließlich aber doch unausbleiblichen Niedersinken sind meist Wirt wie Gast gleichmäßig geschädigt, oder bereits beide nur noch in abgestorbenem Zustande zu finden.

Wenn demnach der Nutzen für den Gast klar zu erkennen ist, so läßt sich derjenige des Wirtes bei der intimeren Verbindung, wie die *Rhizosolenia*-Zellen sie eingehen, nur erraten. Sie könnten z. B. durch ihren Stoffwechsel entweder direkt verwertbare Produkte an den Wirt abgeben, oder durch ausgeschiedene Gase seine Schwimmfähigkeit erhöhen. Es mag hier genügen, hervorzuheben, daß die *Richelia* führenden Zellen sich häufig durch besonders üppige Entwickelung und mit Chromatophoren reich gefüllte Zellen ungewöhnlicher Größe auszeichneten, daß also die Richelien sie zum mindesten nicht geschädigt hatten. Demnach ist kein parasitäres, sondern ein symbiotisches Verhältnis in der Verbindung von *Richelia* und *Rhizosolenia* zu erblicken.

Taf. XLV, Fig. 3. *Chaetoceras contortum* mit *Richelia intracellularis* in schmaler Gürtelansicht. (500:1) 400.

Fig. 3a, 3b. Dasselbe von der breiten Gürtelseite. (500:1) 400.

Fig. 4. *Richelia intracellularis* in *Rhizosolenia styliformis*, ganze Zelle. (250:1) 200.

Fig. 4a. Dasselbe. *Richelia* mehr in der Zellmitte befindlich in zahlreichen der Oberfläche angeschmiegten Exemplaren, die im Begriffe stehen, sich auf die bevorstehende Teilung der Wirtszelle einzurichten; nur die obere Wölbung ist gezeichnet. (250:1) 200.

Fig. 4b. Zwei *Rhizosolenia*-Schwesterzellspitzen mit *Richelia intracellularis*. (500:1) 400.

Diese verschiedenen auf die drei Hauptklassen der Phytoplanktonvertreter sich beziehenden Beobachtungen, die neben der systematischen Bearbeitung des „Valdivia"-Materials gemacht werden konnten, greifen auch in einige pflanzengeographische Fragen mit hinein, wie ja auch diese zum Teil von allgemeinerem botanischen Interesse waren, z. B. in dem Kapitel über die Heteromorphie der atlantischen und indischen Tropenformen identischer Species. Naturgemäß haften der Arbeit alle die Mängel an, die jeder auf die Benutzung konservierten Materials beschränkten Bearbeitung eigen sind. Wenn es trotzdem gelang, einzelne Fragen einigermaßen vollständig zu beantworten, so verdanke ich es in erster Linie der Reichhaltigkeit des Materials, das die Expedition heimgebracht hatte. Die Ausführungen über solche Fragen, die einen Abschluß an totem Material nicht erlaubten, mögen immerhin als Vorarbeiten für eine spätere Inangriffnahme des Gegenstandes am lebenden Objekt von Wert sein. Sie hätten ihren Zweck erfüllt, wenn sie zu einer baldigen Ausfüllung der gezeigten Lücken unseres Wissens durch Lebendbeobachtung geeigneter Formen anregen sollten.

Bonn, 27. August 1907.

Anhang.

Verzeichnis der in dem Phytoplankton der Deutschen Tiefsee-Expedition 1898—99 benutzten Synonyme und Angabe der rechtmässigen Namen.

Angewandte Namen.	Giltige Namen.
Ceratium candelabroides (M.S. Schimper). Antarkt. Phytopl., S. 66. 68.	*Ceratium candelabrum* (Ehrbg.) Stein.
Ceratium hexacanthum Gourret. Atlant. Phytopl., Taf. XXIII, Fig. 1. 2.	*Ceratium reticulatum* Pouchet.
Ceratium hexacanthum Gourret var. *contorta* Gourret l. c. Fig. 2 c.	*Ceratium reticulatum* Pouchet var. *spiralis* Kofoid.
Ceratium ranipes Cl. Atlant. Phytopl., Taf. XXIII, Fig. 3.	*Ceratium palmatum* Br. Schröder.
Ceratium tripos arcuatum Gourret (pro parte). Atlant. Phytopl., Taf. XX, Fig. 13. 14.	*Ceratium tripos Karstenii* Pavillard.
Ceratium tripos arietinum Cl. Atlant. Phytopl., Taf. XX, Fig. 6. Indisches Phytopl., Taf. XLVIII, Fig. 3.	*Ceratium tripos heterocamptum* (Joerg.) Ostf. and Schmidt.
Ceratium tripos indicum G. K. Indisches Phytopl., Taf. XLIX, Fig. 19. 20.	*Ceratium tripos inclinatum* Kofoid.
Ceratium tripos lunula Schimper (pro parte). Atlant. Phytopl., Taf. XX, Fig. 10, 11.	*Ceratium tripos Schrankii* Kofoid.
Ceratium tripos lunula Schimper (pro parte). Atlant. Phytopl., Taf. XX, Fig. 12 a, 12 b.	*Ceratium tripos anchora* Schimper.
Ceratium tripos patentissimum (non Ostf.) G. K. Atlant. Phytopl., S. 145. Taf. XXI, Fig. 23.	*Ceratium tripos inversum* n. sp.
Ceratium tripos patentissimum Ostf. and Schm. Röde Hav. p. 169, Fig. 22 (nec G. Karsten).	*Ceratium tripos volans* var. *patentissima* Ost. and Schm.
Ceratium tripos protuberans G. K. (pro parte). Atlant. Phytopl., Taf. XXII, Fig. 27 a—c und f. und *Ceratium tripos macroceroides* G. K. Atlant. Phytopl., Taf. XXII, Fig. 28 a, b.	*Ceratium tripos intermedium* Jørgensen.

Angewandte Namen.	Giltige Namen.
Ceratium tripos protuberans G. K. (pro parte). Atlant. Phytopl., Taf. XXII, Fig. 27 d, e, g und Fig. 29 a. Indisches Phytopl., Taf. XLIX, Fig. 21 a, b.	*Ceratium tripos intermedium* (JOERG.) var. *aequatorialis* BR. SCHRÖDER.
Ceratium tripos volans. Indisches Phytopl., Taf. XLIX, Fig. 17 a, b.	*Ceratium tripos volans* var. *tenuissima* KOFOID.
Coscinodiscus rex WALLICH. Atlant. Phytopl., Taf. XXIV, Fig. 3 und 4.	*Antelminellia gigas* SCHÜTT.
Dinophysis Vias G. K. Indisches Phytopl., S. 421, Taf. XLVII, Fig. 7.	*Dinophysis triacantha* KOFOID. Bull. Museum Compar. Zoolog., Vol. L, 6, 1907, S. 196, Pl. XII, Fig. 74.
Guinardia Victoriae G. K. Atlant. Phytopl., S. 161, Taf. XXIX, Fig. 5.	*Guinardia flaccida* H. P.
Lithodesmium Victoriae G. K. Atlant. Phytopl., S. 171, Taf. XXVIII, Fig. 6.	*Lithodesmium undulatum* EHRBG.
Nitzschia pelagica G. K. (non O. MÜLLER, ENGLER'S Jahrb., Bd. XXXVI, S. 176). Antarkt. Phytopl., S. 129, Taf. XVIII, Fig. 10—10 b.	*Nitzschia oceanica* G. K. Phytopl. D. Tiefsee-Exped. Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. I, 1906, S. 380, Anm. 1.
Peridinium (divergens) elegans (non CL.) G. K. Antarkt. Phytopl., Taf. XIX, Fig. 5, 6.	*Peridinium (divergens) oceanicum* VANHÖFFEN
Peridinium (divergens) granulatum G. K. Atlant. Phytopl., Taf. XXIII, Fig. 17.	*Peridinium (divergens) elegans* CL.
Peridinium Michaelis STEIN. Atlant. Phytopl. (verschiedentlich).	*Peridinium Steinii* JOERGENSEN.
Peridinium Steinii JOERGENSEN var. *elongata* n. var. Indisches Phytopl., S. 451, Taf. L, Fig. 12 a—12 c.	*Peridinium tenuissimum* KOFOID. Bull. Museum Comp. Zoolog., Vol. L, 6, p. 176, Pl. V, Fig. 34.
Peridinium conicum K. OKAMURA, l. c. p. 132, Pl. V, Fig. 36 a, b (non GRAN, Norw. Nordmeer, S. 189, Fig. 14, und OSTF. and SCHM., Röde Hav etc., l. c. S. 164, cf. dort citierte Synonyme und Abbildungen, da die beiden Hörner viel zu stumpf enden.)	*Peridinium pyramidale* G. K. Atlant. Phytopl., S. 150, Taf. XXIII, Fig. 14 a, b.
Peridinium tessellatum n. sp. Indisches Phytopl., Taf. L, Fig. 11 a, b.	*Peridinium tumidum* K. OKAMURA. Plankt. of the Japan. coast, l. c. p. 133, Pl. V, Fig. 37.
Peridinium pallidum G. K. (non OSTF.) Atlant. Phytopl., S. 150, Taf. XXIII, Fig. 13.	*Peridinium (divergens) ellipticum* n. sp.
Planktoniella Woltereckii (M.S. SCHIMPER). Atlant. Phytopl., Taf. XXVII, Fig. 3, 4.	*Planktoniella Sol* SCHÜTT.

Angewandte Namen.	Giltige Namen.
Rhizosolenia hebetata Bail.	*Rhizosolenia hebetata* Bail. f. *[illegible]* Gran.
Antarkt. und Atlant. Phytopl. (verschiedentlich).	
Rhizosolenia semispina Hensen.	*Rhizosolenia hebetata* Bail. f. *[illegible]* Gran.
Antarkt. und Atlant. Phytopl. (verschiedentlich).	
Rhizosolenia curva G. K.	*Rhizosolenia curvata* O. Zacharias.
Antarkt. Phytopl., S. 97, Taf. XI, Fig. 2—2b.	Arch. f. Hydrobiologie, Bd. I, S. [illegible]
Xanthothrichum contortum Wille.	*Trichodesmium erythraeum* Ehrbg.
Antarkt. und Atlant. Phytopl. (verschiedentlich).	*Trichodesmium contortum* Wille.
Oscillatoria oceanica G. K.	
Antarkt. Phytopl., S. 133, Taf. XIX, Fig. 13.	

Litteraturverzeichnis zum Indischen Phytoplankton.

Abgeschlossen am 20. August 1907.

Zu vergleichen die Litteraturlisten S. 133 und 219.

Apstein, C., *Pyrocystis lunula* und ihre Fortpflanzung. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, N. F. Bd. IX, S. 207. Kiel 1906.

v. Baer, K. E., Studien aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, St. Petersburg 1873.

Benecke, W., Ueber *Bacillus chitinovorus*, einen Chitin zersetzenden Spaltpilz. Bot. Ztg., 1905, Heft [illegible]

— Ueber stickstoffbindende Bakterien aus dem Golf von Neapel. Ber. D. Bot. Ges., Bd. XXV, 1907, S. [illegible]

Bergon, P., Note sur certaines particularités remarquables observées chez quelques espèces de Diatomées du Bassin d'Arcachon. Micrographie préparateur, T. XIII, Nov. 1905.

— Études sur la flore diatomique du bassin d'Arcachon etc. Extr. du Bulletin de la Soc. scientif. d'Arcachon. Travaux de 1902, Bordeaux 1903, p. 30 ff.

Borgert, A., Bericht über eine Reise nach Ostafrika und dem Victoria Nyansa nebst Bemerkungen über einen kurzen Aufenthalt auf Ceylon. Sitzungsber. der Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde, Bonn 1907. Separatabdruck.

Broch, Hj., Bemerkungen über den Formenkreis von *Peridinium depressum* s. lat. Nyt Mag. f. Naturvidensk., Bd. XLIV, Heft 2, S. 151. Kristiania 1906.

Bütschli, O., Protozoa. II. Mastigophora, aus H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Leipzig, Heidelberg 1883—87.

Castracane, P., De la reproduction des Diatomées. Le Diatomiste, T. II, p. 4, 20 etc. Paris 1893.

— Les spores des Diatomées. Ibidem, p. 118.

Coombe, J. N., On the reproduction of the Diatomaceae. Le Diatomiste, T. II, p. 152, 168, Extr. 1893, 15 p.

— The reproduction of diatoms. Journ. R. microsc. soc., London 1850, p. 1, Pl. I, II.

Forti, Al., *Heterocenas*, eine neue marine Peridiniengattung. Ber. D. Bot. Ges., Bd. XIX, S. 9, Heft 1901.

— Alcune osservazioni sul „mare sporco" ed in particolare su fotocisti [illegible] del golfo di Napoli. Napoli 1901.

Hegler, R., Untersuchungen über die Organisation der Phycochromaceen und Bakterien. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXVI, S. 201, Leipzig 1901.

Lemmermann, E., Tabular Flora of Northern Norwegian Fjords. Winter and spring 1899—1900. Bergens Museums Skrifter. 1905.

Karsten, G., Untersuchungen über Diatomeen. I—III. Flora. 1898—1907.

— Die Formbildungen von *Stephanopyxis* Ehrb. Grun. und ihre Abhängigkeit von äußeren Faktoren. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. N. F. Bd. III. S. 7. 1897.

— Ueber Ordnung und Systematik der Diatomeen. Flora. 1901. Ergänzungsband LXXXIX. S. 404—433.

— Das Phytoplankton des Atlantischen Ozeans nach dem Material der Deutschen Tiefsee-Expedition 1898—99. Bd. II. 2. Teil.

— Ueber das Phytoplankton der Deutschen Tiefsee-Expedition. Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde. Bd. I, 1906. (Mit referat.)

Kruger, Max. Weitere Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. N. F. Bd. IX. S. 275. Kiel 1906.

Klebahn, H., Gasvakuolen, ein Bestandteil der Zellen der wasserblütebildenden Phycochromaceen. Flora. 1895. S. 241.

Klebs, G., Ueber die Organisation einiger Flagellaten-Gruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Unters. aus d. Bot. Institut in Tübingen. Bd. I. S. 233—362. 1885.

Kofoid, C. A., Dinoflagellata of the San Diego region. I. On *Hemidinium*, a new genus of the Peridinidae. University of California Publications, Zoology. Vol. II, No. 8. Jan. 6, 1906.

— II. On *Triposolenia*, a new genus of the Dinophysidae. Ibidem. Vol. III, No. 6—8. Dez. 11., 1906.

— III. Descriptions of new species. Ibidem. Vol. III. No. 13. April 13, 1907.

— Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. L, No. 6. Reports on the scient. results of the expedition to the eastern tropical Pacific, in charge of Alex. Agassiz, by the Fish Commission-steamer „Albatross" 1904—1905. IX. New species of Dinoflagellates. Cambridge Mass., Febr. 1907.

— The limitations of isolation in the origin of species. Science, N. S. Vol. XXV. March 1907.

Krümmel, O., und Ruppin, E., Ueber die innere Reibung des Seewassers. Wissensch. Meeresuntersuchungen, N. F. Bd. IX. S. 26. Kiel 1905.

Lüders, Johanna E., Beobachtungen über Organisation, Teilung und Kopulation der Diatomeen. Bot. Ztg., Bd. XX, 1862. S. 41.

Méreschkowsky, C., Sur *Catenula*, un nouveau genre de Diatomées. Scripta botanica Horti Univers. Petropolitanae, Fasc. XIX. St. Pétersbourg 1902.

Miquel, P., Des spores des Diatomées. Le Diatomiste. T. II, p. 26. Paris 1893.

— Du rétablissement de la taille et de la rectification de la forme chez les Diatomées. Le Diatomiste. T. II, p. 61. Paris 1894.

Mohn, H., Die Strömungen des europäischen Nordmeeres. Petermann's Mitteil., Ergänzungsbd. XVII, Heft 70. Gotha 1885.

Müller, O., Zellhaut und das Gesetz der Zellteilung von *Melosira arenaria* Moore. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XIV, S. 232, Berlin 1884.

— Pleomorphismus, Auxosporen und Dauersporen bei *Melosira*-Arten. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XLIII, 1, S. 49, Leipzig 1906.

Murray, G., and Whitting, Fr. G., New Peridiniaceae from the Atlantic. Transact. Linnean Soc. London 1899. Ser. 2, Bot., Vol. V, Pt. 9.

Nathansen, Al., Vertikale Wasserbewegung und quantitative Verteilung des Planktons im Meere. Separatabdruck aus: Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. Berlin 1906.

— Ueber die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere. Kgl. Sächs. Ges. d. Wissensch., Abhandl. math.-phys. Klasse, Bd. XXIX, V, S. 359, Leipzig 1906.

Natterer, Konrad, Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeer. III. Reise S. M. Schiffes „Pola" im Jahre 1892. Berichte der Kommission für Erforschung des östlichen Mittelmeeres. VII. Denkschr. d. K. Akad. d. W., math.-naturw. Klasse, Bd. LX, Wien 1893.

Okamura, K., Some *Chaetoceras* and *Peragallia* of Japan. Botanical Magazine Tokyo, Vol. XXI, No. 244, p. 89. Tokyo 1907.

— An annotated list of Plankton Microorganisms of the Japanese coast. Annotationes zoologicae Japanenses, Vol. VI, Pt. 2, Tokyo 1907, p. 125.

OKAMURA, K., and NISHIKAWA, T., A List of the species of *Ceratium* in Japan. Annotationes [illegible], Vol. V, p. 3, Tokyo 1904, p. 121.

OSTENFELD, C. H., Jagttagelser over Plankton-Diatomeer. Nyt Magazin i Naturvidenskab, Bd. XXXIX, Heft 4, S. 287, Kristiania 1901.

— Phytoplankton fra det Kaspiske Hav. Vidensk. Medd. fra den Naturh. Foren. Kjöbhavn, [illegible]

— Planktonpröver fra Nord-Atlanterhavet samlede i 1899 af Dr. STEENSTRUP. Medd. om Grönland, Bd. XXVI, S. 143, Kjöbhavn 1904.

— Catalogues des espèces de plantes et d'animaux observées dans le plankton recueilli pendant [illegible] périodiques depuis le mois d'août 1902 jusqu'au mois de mai 1905. Publications de [illegible] Copenhague 1906.

PAVILLARD, M. J., Sur les *Ceratium* du golfe du Lion. Extrait du Bull. de la Soc. bot. de France, T. LIV (4e Sér., T. VII), Paris 1907, p. 148—154, et 2. Note, ibid. 225—231.

PERAGALLO, H., Diatomées de la baie de Villefranche. Toulouse 1888.

— Sur la question des spores des Diatomées. Société scient. d'Arcachon. Travaux des laboratoires, T. VIII, Troyes 1906. Separatabdruck.

— Sur l'évolution des Diatomées. Société scientifique d'Arcachon. Station biologique, Travaux des laboratoires, T. IX, Paris 1906, p. 110.

— et PERAGALLO, M., Les Diatomées marines de la France, publiées par M. J. TEMPÈRE, Paris 1897—1907.

PETTERSSON, O., Die hydrographischen Untersuchungen des Nordatlantischen Oceans in den Jahren 1895—1899. PETERMANN's Mitteil., Bd. XLVI, S. 1 ff., Gotha 1900.

— Die Wassercirkulation im Nordatlantischen Ocean. Ibid. S. 61 ff.

PFEFFER, W., Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen. Abhandl. d. Kgl. Sachs. Ges. d. Wissensch. math.-phys. Klasse, Bd. XVI, Leipzig 1890, S. 187.

POUCHET, G., Contributions à l'histoire des Cilioflagellés. Journ. de l'Anatomie et de la Physiologie, T. XIX, Paris 1883, p. 399; ibid. T. XXI, 1885, p. 28; ibid. p. 525; ibid. T. XXIII, 1887, p. 87; ibid. T. XXVIII, 1892, p. 143.

PUFF, A., Das kalte Auftriebwasser an der Ostseite des Nordatlantischen und der Westseite des Nordindischen Oceans. Diss., Marburg 1890.

RABEN, E., Ueber quantitative Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Meerwasser, nebst einem Anhang über die quantitative Bestimmung der im Meerwasser gelösten Kieselsäure. Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel, Biologische Abteilung I. Wissenschaftl. Meeresuntersuch., N. F. Bd. VIII, S. 83, Kiel 1905.

— Weitere Mitteilungen über quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen und von gelöster Kieselsäure im Meerwasser. Wissenschaftl. Meeresuntersuch., N. F. Bd. VIII, S. 270, Kiel 1905.

RABENHORST, L., Die Süßwasser-Diatomaceen, Leipzig 1853.

RICHTER, O., Zur Physiologie der Diatomeen, I. Sitzgber. d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl., Bd. CXV, Abt. I, 1906.

RUTTNER, FRZ., Ueber das Verhalten des Oberflächenplanktons zu verschiedenen Tageszeiten im Großen Plöner See und in zwei nordböhmischen Teichen. Plöner Forschungsber., Bd. XII, S. 35, Stuttgart 1905.

SCHRÖDER, BRUNO, Beiträge zur Kenntnis des Phytoplanktons warmer Meere. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich, Bd. LI, 1906, S. 310.

SCHÜTT, F., Ueber die Sporenbildung mariner Peridineen. Ber. D. Bot. Ges., Bd. V, S. 304, Berlin 1887.

— Organisationsverhältnisse des Plasmaleibes der Peridineen. Sitzgber. Kgl. Akad. d. Wiss. Berlin, Bd. XXIV, S. 377, 1892.

— Centrifugales Dickenwachstum der Membran und extramembranöses Plasma. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXIII, H. 4, Berlin 1899.

— Erklärung des centrifugalen Dickenwachstums der Membran. Bot. Ztg., Abt. II, No. 16/17, Leipzig 1[illegible]

— Centrifugale und simultane Membranverdickungen. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXV, H. [illegible], Leipzig 1[illegible]

SMITH, WILLIAM, Synopsis of the British Diatomaceae, London 1853.

THOMSEN, PETER, Ueber das Vorkommen von Nitrobakterien im Meere. Ber. D. Bot. Ges., Bd. XXV, S. [illegible]

THOMSON, C. WYWILLE, and MURRAY, JOHN, Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. "Challenger" 1873/76. Narrative of the cruise, Vol. I, 1 and 2, London 1885.

THWAITES, G. H. K., On conjugation in the Diatomaceae. Ann. and Mag. of Nat. History, Ser. 1, Vol. XX, 1847, p. 1. Pl. IV; and ibid., p. 343, Pl. XXII.

VANHÖFFEN, E., Die Fauna und Flora Grönlands, aus: E. v. DRYGALSKI, Grönland-Expedition d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, Bd. II, Berlin 1897.

VOLK, RICH., Hamburgische Elbuntersuchung. I. Mitt. Naturhist. Museum, Bd. XIX, Hamburg 1903.

WALLICH, G. C., On siliceous organisms found in the digestive cavities of the Salpae. Transactions of the Microscop. Soc., New Ser. Vol. VIII, London 1860, p. 30, Pl. II.

WEBER VAN BOSSE, A., Études sur les algues de l'archipel Malaisien. Ann. du Buitenzorg, T. XVII (2. Sér. T. II), 1901.

WESENBERG-LUND, C., Studier over de Danske Söers-Plankton, I. Dansk Ferskvands-biologisk Laboratorium, Op. 5, Kjöbenhavn 1904.

– Ueber Süßwasserplankton. Prometheus, Bd. XVII, No. 882—884, 1906.

WEST, TUFFEN, Remarks on some Diatomaceae, new or imperfectly described. Transactions Microscop. Soc. London, New Ser. Vol. VIII, p. 147, London 1860.

ZACHARIAS, O., Ueber Periodicität, Variation und Verbreitung verschiedener Planktonwesen in südlichen Meeren. Arch. f. Hydrobiologie u. Planktonkunde, Bd. I, S. 108, Stuttgart 1906.

Inhaltsverzeichnis der Phytoplanktonbearbeitung der Deutschen Tiefsee-Expedition 1898—1899.

A. Das Phytoplankton des Antarktischen Meeres nach dem Material der Deutschen Tiefsee-Expedition 1898—1899.

Einleitung 2

I. Allgemeiner Teil 3

Das antarktische Phytoplankton 3

Zusammensetzung und horizontale Verbreitung des antarktischen Phytoplanktons 4

Die vertikale Verbreitung des Phytoplanktons 8

Schließnetzfänge 9

Grundproben 11

Qualitative Unterschiede der aufeinander folgenden Tiefenschichten des Phytoplanktons 13

Regulierung der Schwebfähigkeit 17

Dauersporen 19

Bewegungsfähigkeit der pennaten Diatomeen-Planktonten 21

Einwirkung der Meeresströmungen auf die Phytoplanktonverteilung 23

Beziehungen des antarktischen Phytoplanktons zu arktischen Formen 25

Das Material Station 115—191, Kapstadt—Kerguelen 33

II. Systematischer Teil 39

Systematische Bearbeitung der im antarktischen Phytoplankton beobachteten Formen 40

Diatomaceae 49

Discoideae 49

Melosira 49

Stephanopyxis 72

Thalassiosira 73

Hyalodiscus 74

Coscinodiscus 76

Ethmodiscus 87

Schimperiella 88

Asteromphalus 89

Actinocyclus 91

Solenoideae 92

Dactyliosolen 95

Rhizosolenia 97

Corethron 100

Mikrosporenbildung bei Solenoideen 105

Biddulphioideae 111

Chaetoceras 111

Eucampia 120

Moelleria 120

Triceratium 121

Biddulphia 123

Euodia 125

Seite
Fragilarioideae 122
Fragilaria 122
Synedra 124
Thalassiothrix 124
Tabellarioideae 125
Naviculoideae 126
Nitzschioideae 128
Chunicella 129
Phaeocystis 130
Halosphäraceae 131
Peridiniaceae 131
Schizophyceae 133
Litteraturverzeichis 133

B. Das Phytoplankton des Atlantischen Oceans nach dem Material der Deutschen Tiefsee-Expedition 1898—1899.

I. Systematischer Teil 139
A. Peridiniaceae 139
Ceratium 140
Peridinium 149
B. Diatomaceae 151
Discoideae 151
Coscinodiscus 151
Actinocyclus 157
Planktoniella 157
Actinoptychus 158
Asteromphalus 158
Stephanosira 159
Aulacodiscus 159
Solenoideae 160
Dactyliosolen 160
Guinardia 161
Lauderia 161
Corataulina 162
Rhizosolenia 162
Biddulphioideae 165
Chaetoceras 165
Bacteriastrum 170
Biddulphia 171
Lithodesmium 171
Bellerochea 172
Hemiaulus 172
Climacodium 172
Fragilarioideae 173
Naviculoideae 174
Schizophyceae 176
II. Das Material der Stationen 1—114. Hamburg — Kapstadt — Agulhas — Kapstadt 177
Litteraturverzeichnis 219

C. Das Phytoplankton des Indischen Oceans nach dem Material der Deutschen Tiefsee-Expedition 1898—1899.

I. Das Material der Stationen 162—274. Kerguelen — Rotes Meer
II. Systematischer Teil
A. Diatomaceae
Discoideae
Coscinodiscus
Gossleriella
Planktoniella
Valdiviella
Hyalodiscus
Actinocyclus
Asteromphalus 370
Asterolampra 371
Coscinosira
Skeletonema 373
Stephanopyxis 373
Eucodia 373
Solenoideae 374
Dactyliosolen 374
Lauderia 374
Detonula 375
Rhizosolenia 375
Biddulphioideae 385
Chaetoceras 385
Bellerochea 393
Hemiaulus 393
Climacodium 394
Cerataulina
Streptotheca 395
Fragilarioideae 396
Tabellarioideae 397
Naviculoideae 398
Nitzschioideae
B. Schizophyceae
Chroococcaceae 401
Chamaesiphonaceae 401
Oscillariaceae 401
Katagnymene 401
Trichodesmium
Nostocaceae
Anabaena
Richelia 403
C. Peridiniaceae 403
Ceratium 403
Peridinium 415
Heterodinium 419
Ceratocorys
Steiniella 420
Phalacroma 421
Dinophysis 421

Seite

D. Fungi 421
III. Allgemeiner Teil 423
a) Pflanzengeographische Ergebnisse 423
Die horizontale Verteilung des Phytoplanktons im Indischen Ocean 423
Die vertikale Verbreitung des Phytoplanktons im Indischen Ocean 433
Schließnetzzüge 434
Horizontale Verbreitung des atlantischen Phytoplanktons 445
Die vertikale Verteilung des atlantischen Phytoplanktons 449
Vergleich des indischen mit dem atlantischen Phytoplankton 452
Heteromorphie der atlantischen und indischen Tropenformen gleicher Species 456
Neritisches und oceanisches Phytoplankton 460
Definition und Zusammensetzung des neritischen Phytoplanktons 460
Bedingungen für die Zugehörigkeit zum oceanischen Phytoplankton 464
Dauersporengenerationen 465
Lebensansprüche der drei wichtigsten Phytoplankton-Klassen: Diatomeen, Peridineen, Schizophyceen 467
Meeresströmungen und Phytoplankton 468
Vergleichende Uebersicht über die Verbreitung der oceanischen Planktonten im Atlantic und Indischen Ocean 470
Quantitative Verteilung des Phytoplanktons und seine Abhängigkeit von äußeren Faktoren 474
Tabelle einiger quantitativen Fänge nach Apstein 475
Vorkommen von Vertikalströmungen und ihr Einfluß 477
Die verschiedenen Nährstoffe 484
Der schlechte Erhaltungszustand des Oberflächen-Phytoplanktons 489
b) Botanische Ergebnisse 491
Mikrosporen bei Diatomeen 491
Vergleich der centrischen und pennaten Diatomeen zur Klarstellung ihrer Beziehung zu einander 498
Zur Phylogenie der Gattung *Rhizosolenia* 504
Giebt es Diatomeenzellen, die andauerndes Schalenwachstum besitzen? 506
Der Längenzuwachs der Solenoideenzelle 508
Extramembranöses Plasma 510
Entwickelung des Schwebeflügels von *Planktoniella; Valdiviella formosa; Gossleriella tropica* 514
Peridineen 524
Ueber Wachstumsvorgänge der Peridineenzelle 526
Pyrocystis 531
Zur Speciesfrage bei den Peridineen 532
Schizophyceen 534
Katagnymene 534
Richelia 536
Verzeichnis der in den verschiedenen Teilen zur Verwendung gelangten synonymen Namen . . 539
Litteraturverzeichnis 541
Inhaltsverzeichnis 545

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 3219

Tafel XXXIX.

(Tafel V.)

Tafel XXXIX.

(Tafel V.)

Fig. 1—11. *Planktoniella Sol.* Schütt.

Fig. 1. Zellenskizze. Ansammlung der Membransubstanz in den Ecken der Radialstreben gegen den Flügelrand. (1000:1) 750.

„ 2. Starke Membranansammlung auf der Innenseite des Flügelrandes. (1000:1) 750.

„ 3. Ebenso, mit Plasma (?) an der inneren Flügeloberfläche. (1000:1) 750.

„ 4. Zelle mit Flügelauswucherungen. (500:1) 375.

„ 4a. Stück derselben Zelle. (1000:1) 750.

„ 5. Andere Zelle mit ebensolchen Auswucherungen. Der Flügelrand ist an den betreffenden Stellen aufgelöst. (1000:1) 750.

„ 6. Zelle, nicht völlig intakt. Innerhalb der Kämmerchen des alten Flügels beginnt sich ein neuer zu bilden. (500:1) 375.

„ 6a. Stückchen derselben Zelle stärker vergrößert. (1000:1) 750.

„ 7. Zelle mit fast ausgewachsenem neuen Flügelrand; der alte geschrumpft an der Peripherie. (500:1) 375.

„ 8. Dieselbe Zelle (oder eine entsprechende); Ansatz des Flügels an die Schale. (1000:1) 750.

„ 9. Junge Zelle mit den Protuberanzen des extramembranösen Plasmas, der ersten Anlage der Radialstreben. (1500:1) 1175.

„ 10. Etwas älteres Stadium. Verbindung der jungen Radialstreben durch einen Ring von extramembranösem Plasma. (1500:1) 1175.

„ 11. Aeltere Flügelanlage um eine junge Zelle. Die Radialstreben am Rande noch äußerst zart. (500:1) 375.

„ 11a. Stückchen derselben Zelle stärker vergrößert. (1500:1) 1175.

„ 12. *Valdiviella formosa* Schimper. Zelle mit Inhalt. Flügel rings stark gekürzt wiedergegeben. (1000:1) 750.

1–11. Planktoniella Sol. — 12. Valdiviana [illegible]

TAF. XXXIX

Tafel XL.

(Tafel VI.)

Tafel XL.

(Tafel VI.)

Fig. [illegible] [illegible] Flügel. [illegible]

(Fig. [illegible]) [illegible]

[illegible]

[illegible] Gürtelband [illegible] 800.

[illegible] der Innenschale durch [illegible] Bande her über [illegible] Übergreifenden [illegible]

Tafel XLI.

(Tafel VII.)

Tafel XLI.

(Tafel VII.)

Fig. 1. *Rhizosolenia simplex* G. K. var. *major* n. var. a ganze Zelle. (125 : 1) 83. b Zellspitze mit Imbrikationszeichnung. (250 : 1) 166.

„ 2. „ *firma* n. sp. a Habitus des gefundenen Fragmentes mit Chromatophoren. (125 : 1) 83. b Zellspitze mit Zeichnung und Dickenangabe der Wandung. (1000 : 1) 800.

„ 3. „ *Stolterfothii* H. P. Zelle von auffallender Stärke. (1000 : 1) 666.

„ 4. „ *annulata* n. sp. a ganze Zelle. (250 : 1) 166. b Zellspitze mit Zeichnung der Oberfläche. (1000 : 1) 800.

„ 5. „ *calcar avis* Schulze. Habitus der Zelle. (500 : 1) 333.

„ 6. „ *cochlea* Brun. a ganze Zelle. (250 : 1) 166. b Zellspitze und Inhalt. (500 : 1) 333. c Schalen- und Gürtelzeichnung nach trockenem Material. (1000 : 1) 800.

„ 7. „ *alata* Brtw. Zellspitze mit Schalen- und Gürtelzeichnung. (1000 : 1) 800.

„ 8. „ *africana* n. sp. a Habitus der Zelle. (125 : 1) 83. b Zellspitze mit Imbrikationslinien. (250 : 1) 166.

„ 9. „ *similis* n. sp. Zellspitze mit Imbrikationslinien. (500 : 1) 333.

„ 10. *Detonula Schroederi* (P. Bergon) Gran. Zellreihe. (1000 : 1) 800.

„ 11. *Dactyliosolen Bergonii.* H. P. a Zellreihe mit Imbrikationslinien. (125 : 1) 100. b Zeichnung der Gürtelbänder. (1000 : 1) 800.

1. *Rhizosolenia alata* Brightw. — 2. *Rh. styliformis* Brightw. — 3. *Rh. setigera* Brightw. — 4. *Rh. annulata* Wallich. — 5. *Rh. calcar avis* M. Schultze. — 6. *Rh. semispina* Hensen. — 7. *Rh. stolterfothii* H. Peragallo. — 8. *Rh. imbricata* Brightw. — 9. *Rh. hebetata* Bail. f. *semispina* Gran. — 10. *Rh. hebetata* Bail. f. *hiemalis* Gran. — 11. *Rh. Castracanei* H. Peragallo.

Tafel XLII.

(Tafel VIII.)

Tafel XLII.

(Tafel VIII.)

Fig. 1. *Rhizosolenia calcar avis* Schulze. Schalen- und Gürtelbandzeichnung. Spitze fehlt. (1000 : 1) 800.

„ 2. „ *amputata* Osif. Ganze Zelle mit Chromatophoren. (187 : 1) 150.

„ 2a. „ „ „ Zellspitze, Schale und Gürtelband mit Zeichnung. (1000 : 1) 800.

„ 3. *Rhizosolenia squamosa* n. sp. Ganze Zelle mit Inhalt und Gürtelschuppen. (125 : 1) 100.

„ 3a. „ „ „ „ Schuppenzeichnung. (1000 : 1) 800.

„ 4a. *Rhizosolenia hebetata* f. *hiemalis* Gran. Eine Schuppe isoliert. (1000 : 1) 800.

„ 4b. „ „ „ „ „ Schalen zweier Schwesterzellen isoliert. (1000 : 1) 800.

„ 5. *Rhizosolenia Murrayana* Castr. Zelle mit Inhalt. (500 : 1) 400.

„ 6. „ *cylindrus* Cleve. Eine Zelle mit Inhalt. (250 : 1) 200.

„ 6a. „ „ „ Schale und Gürtel mit den Imbrikationslinien. (1000 : 1) 800.

„ 7. *Lauderia punctata* n. sp. Eine Zelle mit Gürtelbandzeichnung. (1000 : 1) 800.

„ 7a. „ „ „ „ Eine Zellreihe mit Inhalt. (500 : 1) 400.

„ 8. *Euodia inornata* Castr. Habitus einer Zelle mit Plasmakörper. (500 : 1) 400.

„ 8a. „ „ „ Schalenzeichnung und Chromatophoren. (1000 : 1) 800.

Tafel XLIII.

(Tafel IX.)

Tafel XLIII.

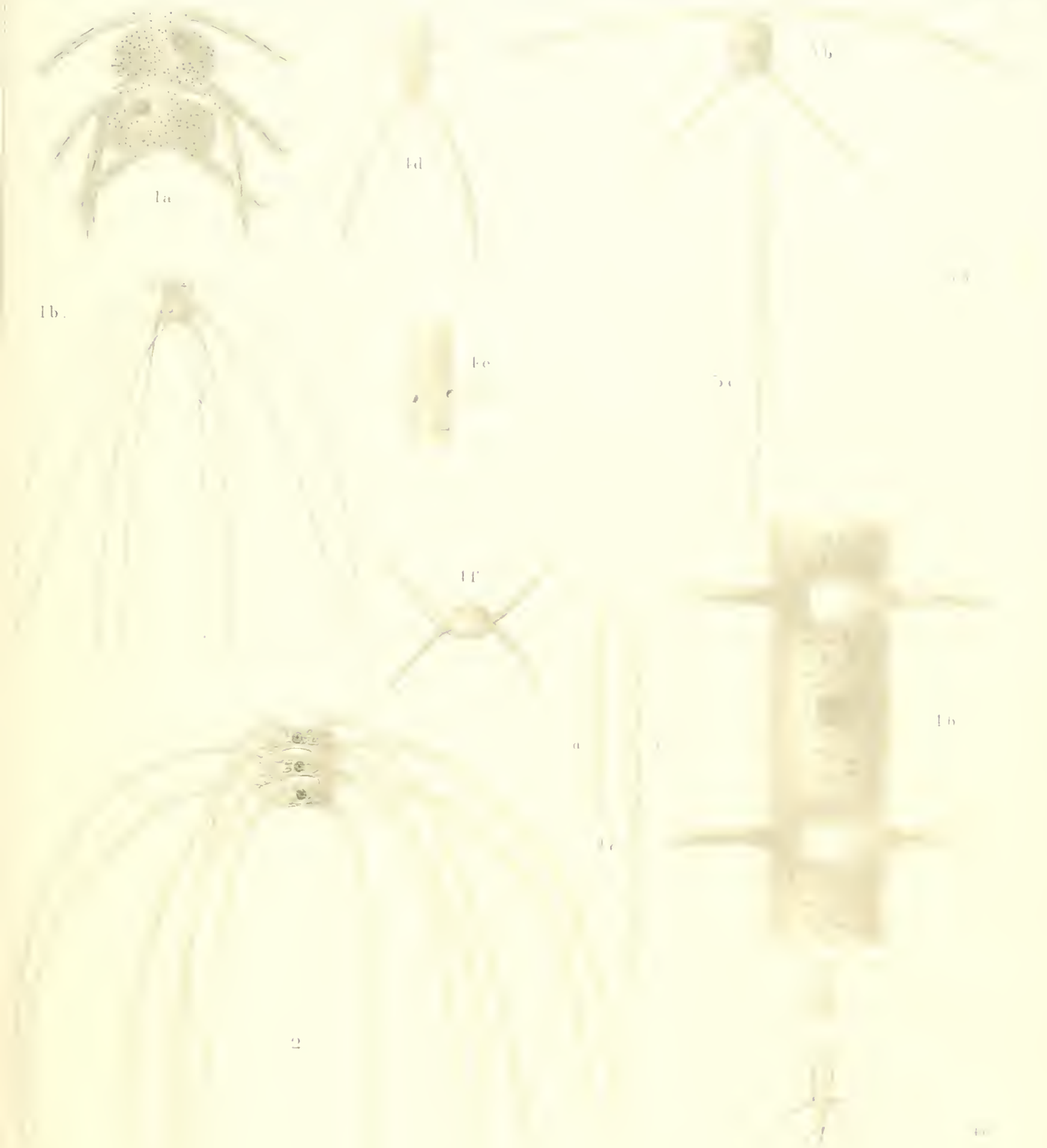
(Tafel IX.)

Fig. 1. *Chaetoceras peruvio-atlanticum* n. sp. a Zweizellige Kette mit Plasmakörper. (500:1) 333. b Habitusbild der Kette mit ihren Borsten. (125:1) 83.

„ 2. „ *indicum* n. sp. Ganze Zellkette mit Plasmakörper. (500:1) 333.

„ 3. „ *peruvianum* Brtw. var. *Suadivae* n. var. a Habitus der Zelle. 62:1. b Zelle mit Inhalt. (500:1) 333. c Borstenende. (500:1) 333.

„ 4. „ *Seychellarum* n. sp. a Habitus der Ketten, von der breiten Gürtelseite. (250:1) 166. b Mittelzellen mit Plasmakörper, ebenso. (1000:1) 666. c End- (α) und Mittelborsten (β), ebenso. (1000:1) 666. d Untere Endzelle mit ein wenig abweichender Stellung des Borstenansatzes, ebenso. (500:1) 333. e Zellform und Borstenansatz, halb von der schmalen Gürtelseite. (500:1) 333. f Schalenansicht und Borstenansatz. (500:1) 333.


1a
1b
1d
1e
1f
1b
2

Tafel XLIV.

(Tafel X.)

Tafel XLIV.

(Tafel X.)

Fig. 1. *Chaetoceras bucevos* n. sp. Zellreihe mit Inhalt und einer Endzelle. (500:1) 333.

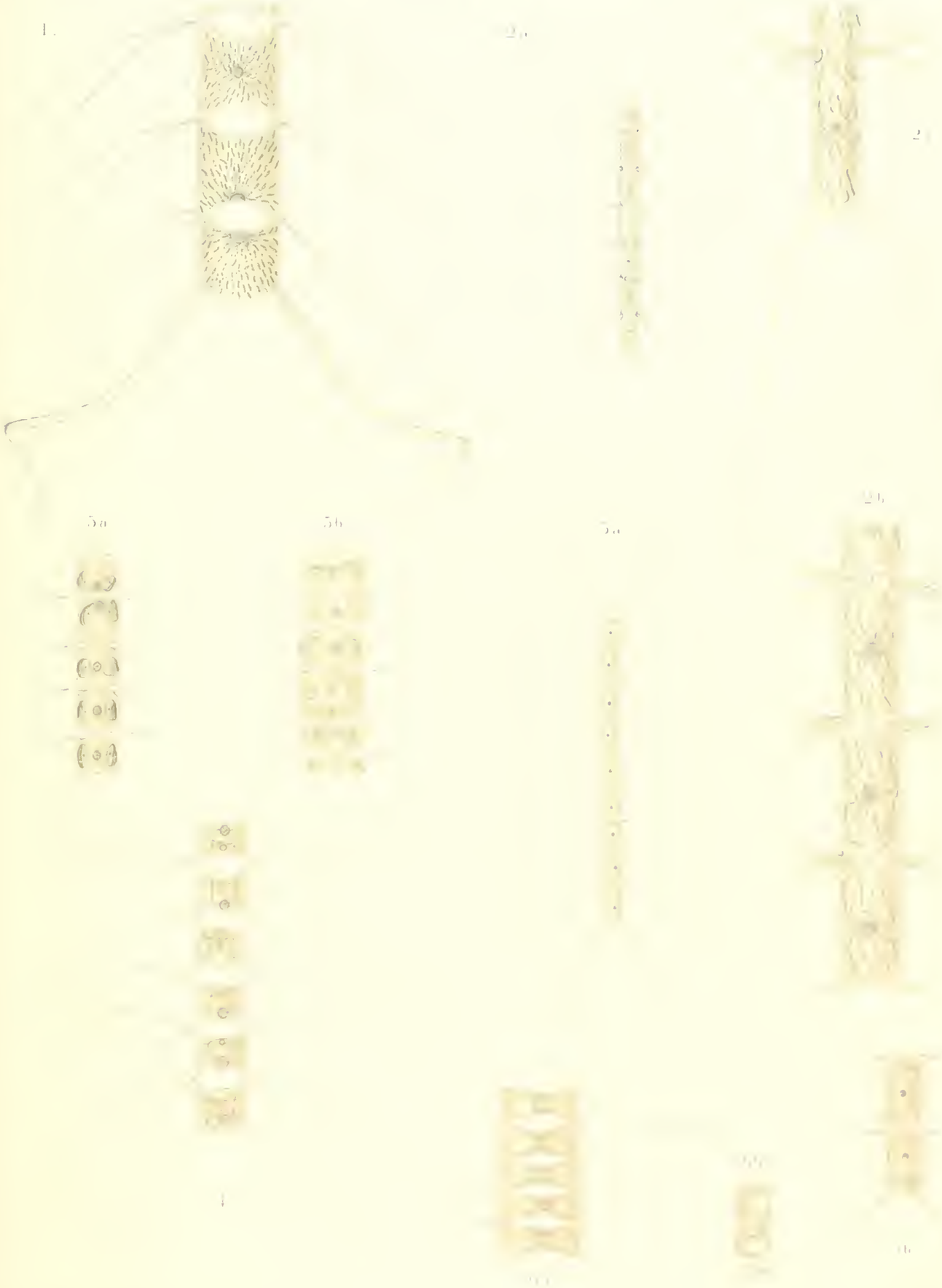
„ 2. „ *bacteriastroides* n. sp. a Habitus der Zellkette. (250:1) 166. b Drei Zellen im Verbande mit Inhalt. (1000:1) 666. c Endzelle (1000:1) 666.

„ 3. „ *Willei* Gran. a Kette. (500:1) 333. b Zwei Zellen im Verbande. (1000:1) 666.

„ 4. „ *breve* Schütt. Zellreihe mit Plasmakörper. (500:1) 333.

„ 5. „ *filiferum* n. sp. a Kette mit quadratischen Zellen. (500:1) 333. b Kette mit jüngst erst aus Teilungen hervorgegangenen Zellen. (500:1) 333.

„ 6. „ Bruchstücke, event. *Chaetoceras Van Heurckii* Gran. a Zellreihe in breiter Gürtellage, Borsten meist abgebrochen. (500:1) 333. b Zwei Zellen von der schmalen Gürtelseite. (500:1) 333.



1. *Chaetoceras lucens*. 2. *Ch.* [illegible] 3. *Ch.* [illegible]
4. *Ch. brevis*. 5. *Ch. filigranum*. 6. *Ch.* [illegible]

TAF. XLIV

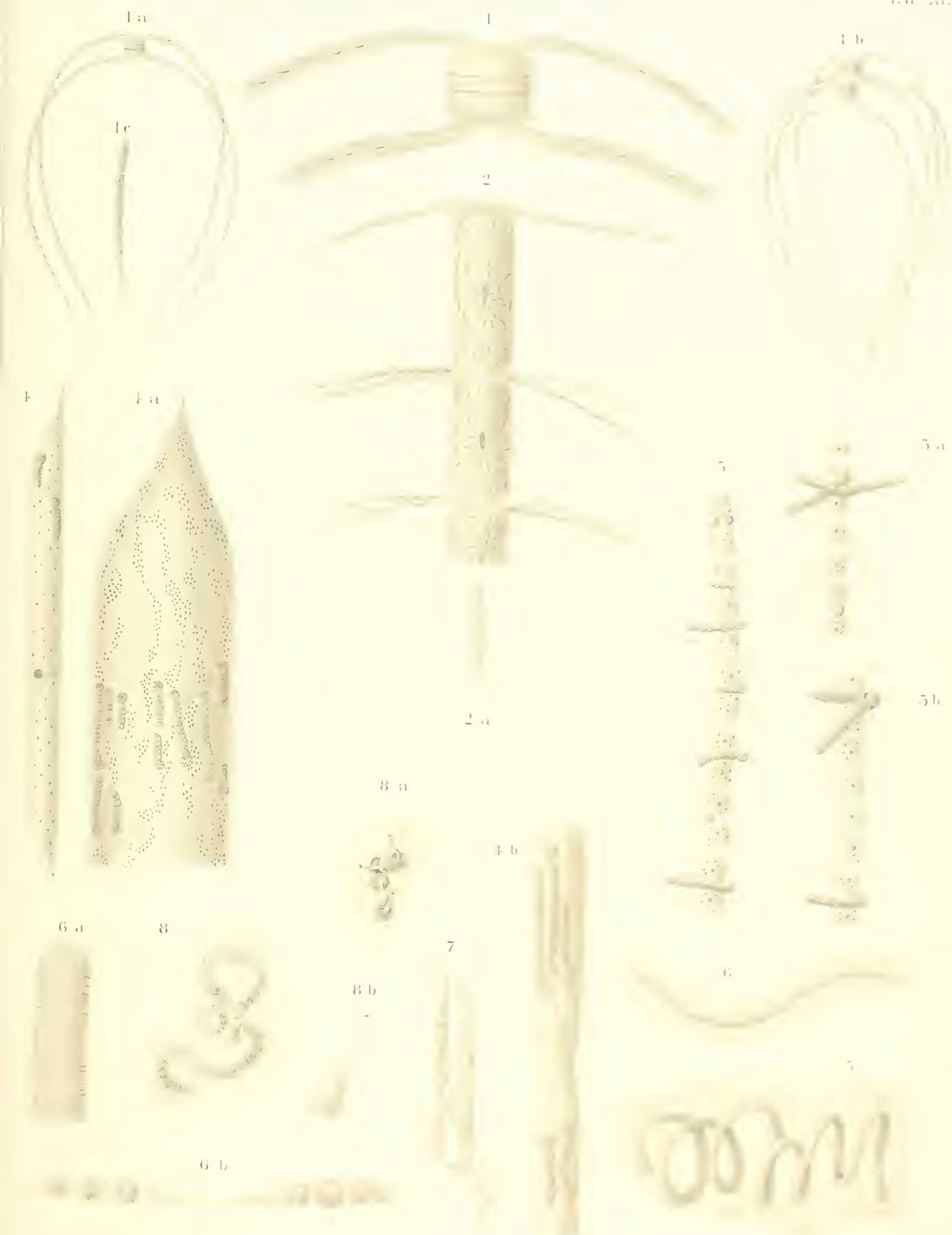
Tafel XLV.

(Tafel XI.)

Tafel XLV.

(Tafel XI.)

Fig. 1. *Chaetoceras aequatoriale* Cl. Zelle mit Borstenansatz. (1000:1) 800.
„ 1a. „ „ „ Zelle mit vollständigen Borsten. (250:1) 166.
„ 1b. „ „ „ Zwei gerade noch zusammenhängende Zellen. (250:1) 166.
„ 1c. „ „ „ Borstenspitze. (1000:1) 800.
„ 2. „ *sumatranum* n. sp. Drei Zellen vom oberen Ende einer Kette mit Inhalt. (500:1) 333.
„ 2a. „ „ „ „ Oberes Ende einer Kette mit den Borsten. (62:1) 48.
„ 3. „ *contortum* Schütt mit *Richelia intracellularis* Schm. von der schmalen Gürtelseite. (500:1) 400.
„ 3a. „ „ „ „ „ „ „ von der breiten Gürtelseite. (500:1) 400.
„ 3b. „ „ „ „ „ „ „ ebenfalls. (500:1) 400.
„ 4. *Richelia intracellularis* Schm. in *Rhizosolenia styliformis* Brtw. (250:1) 200.
„ 4a. „ „ „ in *Rhizosolenia styliformis* Brtw. Vorbereitung der Richelienketten auf die bevorstehende Teilung der Wirtszelle. (250:1) 200.
„ 4b. „ „ „ in *Rhizosolenia styliformis* Brtw. Zwei Zellspitzen mit den Bewohnern. (500:1) 400.
„ 5. *Katagnymene spiralis* Lemm. Ein Faden in Gallertmasse. (125:1) 83.
„ 6. „ *pelagica* Lemm. Ein Faden in Gallerte. (250:1) 125.
„ 6a. „ „ „ Fadenende mit in Bildung begriffenen Zerfallstellen. (500:1) 333.
„ 6b. „ „ „ Faden, in kleine Zellreihen und einzelne Zellen zerfallen. (500:1) 333.
„ 7. Chamaesiphonacearum gen.? Zellkolonie in gallertigen oder häutigen verzweigten Scheiden. (500:1) 250.
„ 8. *Anabaena* spec. Stück eines reich verschlungenen Fadens mit einigen interkalaren Grenzzellen in Gallerte. (500:1) 400.
„ 8a. „ „ Flaschenförmige Zellen in einer Reihe. (500:1) 400.
„ 8b. „ „ Eine flaschenförmige Zelle. (1000:1) 800.



1. *Chaetoceras aequatoriale* 2. *Ch. sumatranum* 3. [illegible]
4. *Dieselbe in Rhizosolenia styliformis* 5. [illegible]
7. *Chamaesiphonacearum* [illegible]

TAF. XLV

Tafel XLVIII.

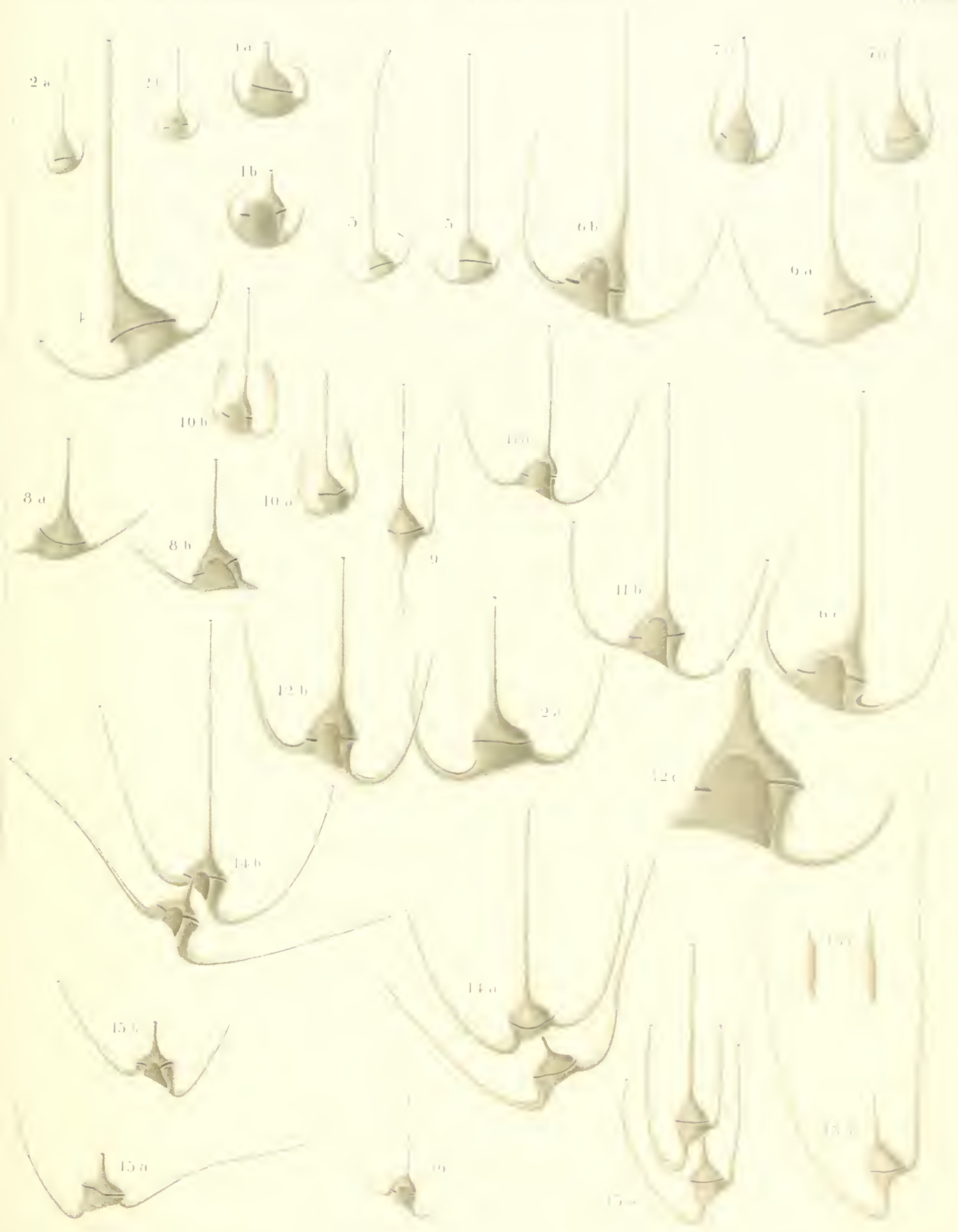
(Tafel XIV.)

Tafel XLVIII [1]).

(Tafel XIV.)

Fig. 1a. *Ceratium tripos azoricum* CL. var. *brevis* OSTF. u. SCHM. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 1b. „ „ „ „ „ „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 2a. „ „ *declinatum* n. sp. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 2b. „ „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 3. „ „ (*arietinum* CL. =) *heterocamptum* JOERG. Rückenseite. (500:1) 250.
„ 4. „ „ *arcuatum* GOURRET. Rückenseite in Neubildung der Antapikalhälfte. (250:1) 125.
„ 5. „ „ *pulchellum* BR. SCHRÖDER. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 6a. „ „ *arcuatum* GOURRET var. *robusta* n. var. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 6b, c. „ „ „ „ „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 7a. „ „ *coarctatum* PAVILLARD. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 7b. „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 8a. „ *dens* OSTF. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 8b. „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 9. „ *reflexum* CL. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 10a. „ *tripos platycorne* DADAY. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 10b. „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 11a, b. *Ceratium tripos longipes* (BAIL.) CL. Bauchseiten. (250:1) 125.
„ 12a. „ „ „ var. *cristata* n. var. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 12b. „ „ „ „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 12c. „ „ „ „ „ „ „ Neubildung der Antapikalhälfte. (500:1) 250. Das eine Antapikalhorn ist vollständig wiedergegeben.
„ 13a, b. „ „ *robustum* OSTF. u. SCHM. Rückenseiten. (250:1) 125.
„ 13c. „ „ „ „ „ „ Armspitzen von 13b. 500:1.
„ 14a. „ „ *vultur* CL. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 14b. „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 15a. „ „ „ var. *sumatrana* n. var. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 15b. „ „ „ „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 16. „ „ *buceros* O. ZACHARIAS. Bauchseite. (250:1) 125.

1) Abweichende Namen der Tafelbeschriftung mußten den hier angegebenen, die inzwischen veröffentlicht worden waren, weichen.



1. *Ceratium tripos azoricum* [illegible] 2. [illegible]
4. *C. t. arcuatum* 5. *C. t. patchellum* [illegible] 7. [illegible]
8. *C. t. dens.* 9. *C. reflexum.* 10. *C. tripos* [illegible]
13. *C. t. robustum* 14. *C. t. [illegible]* 15. [illegible]

[illegible]

Tafel XLIX.

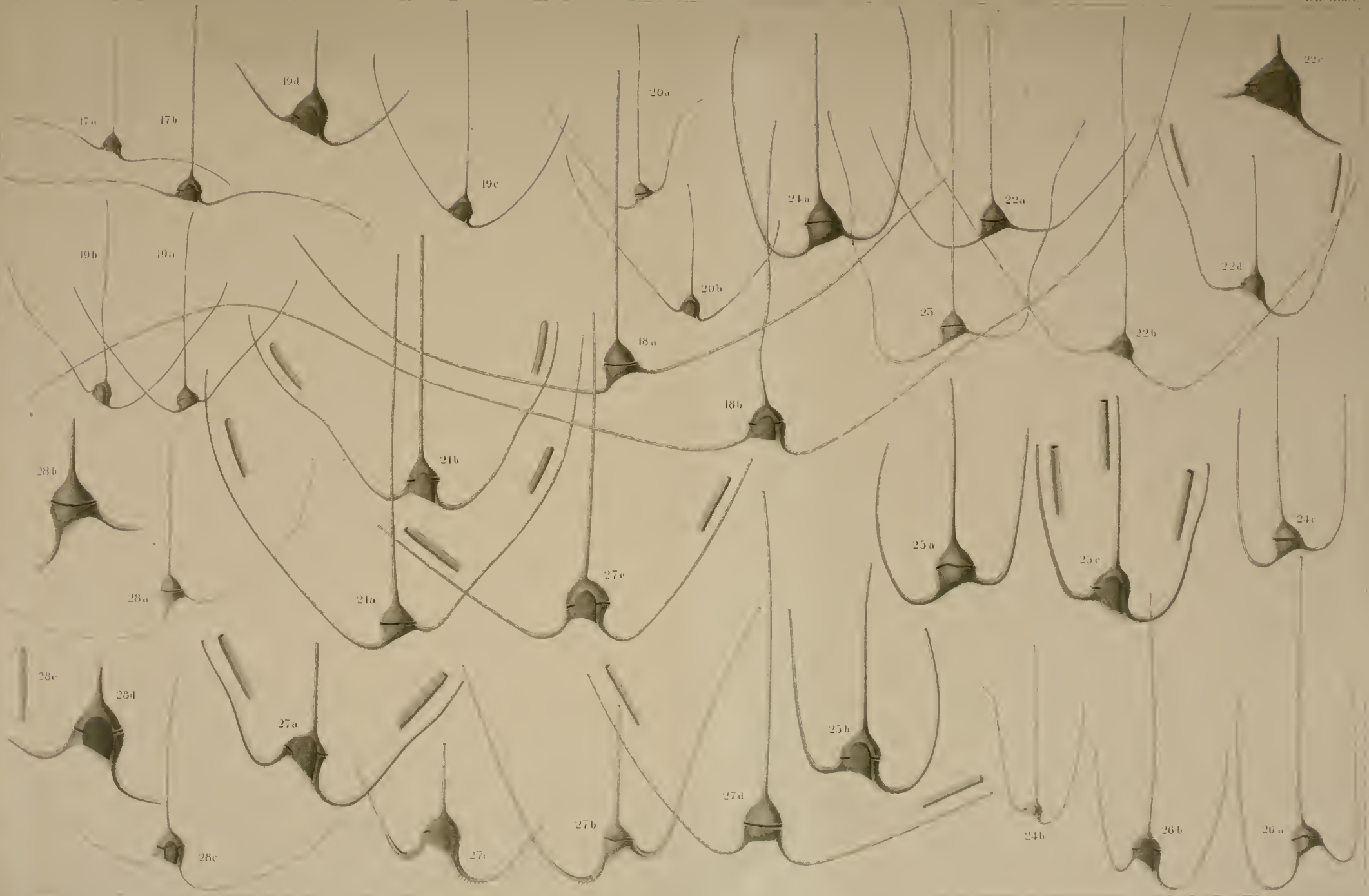
(Tafel XV.)

Tafel XLIX[1]).

(Tafel XV.)

Fig. 17a, 17b. *Ceratium tripos volans* var. *tenuissima* Kofoid. Bauchseiten. (250:1) 125.
„ 18a. *Ceratium tripos volans* var. *elegans* Br. Schröder. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 18b. „ „ „ „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 19a, 20a. *Ceratium tripos inclinatum* Kofoid. Rückenseiten. (250:1) 125.
„ 19b, 19c, 20b. *Ceratium tripos inclinatum* Kofoid. Bauchseiten. (250:1) 125.
„ 19d. *Ceratium tripos inclinatum* Kofoid. Bauchseite. (500:1) 250.
„ 21a. „ „ *intermedium* Joerg. var. *aequatorialis* Br. Schröder. Rückenseite. 125:1.
„ 21b. „ „ „ „ „ „ Bauchseite. 125:1.
Armspitzen. 500:1.
„ 22a. „ „ *flagelliferum* Cl. var. *major* n. var. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 22b u. 22d. *Ceratium tripos flagelliferum* Cl. var. *major* n. var. Bauchseite. 125:1.
„ 22c. *Ceratium tripos flagelliferum* Cl. var. *major* n. var. Bauchseite. (500:1) 250.
Armspitzen 22c. 500:1.
„ 23. „ „ „ „ var. *undulata* Br. Schröder. Rückenseite. 125:1
„ 24a u. 24c. *Ceratium tripos flagelliferum* Cl. var. *angusta* n. var. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 24b. *Ceratium tripos flagelliferum* Cl. var. *angusta* n. var. Bauchseite. (250:1) 125.
„ 25a. „ „ „ „ var. *crassa* n. var. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 25b u. 25c. *Ceratium tripos flagelliferum* Cl. var. *crassa* n. var. Bauchseiten. (250:1) 125.
Armspitzen 25c. 500:1.
„ 26a. *Ceratium tripos macroceras* Ehrbg. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 26b. „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 27a, 27c, 27e. *Ceratium tripos macroceras* Ehrbg. var. *crassa* n. var. Bauchseiten. (250:1) 125. Armspitzen 27a u. 27e. 500:1.
„ 27b u. 27d. *Ceratium tripos macroceras* Ehrbg. Rückenseiten. (250:1) 125.
Armspitzen 27d. 500:1.
„ 28a. *Ceratium tripos macroceras* Ehrbg. var. *tenuissima* n. var. Rückenseite. 125:1.
„ 28b. „ „ „ „ „ „ „ „ „ (500:1) 250
„ 28c. „ „ „ „ „ „ „ „ Bauchseite. 125:1.
„ 28d. „ „ „ „ „ „ „ „ „ (500:1) 250.
„ 28e. „ „ „ „ „ „ „ „ Armspitze 500:1.

[1] Abweichende Nrn. in der Tafelbeschriftung mußten den hier angegebenen, die inzwischen veröffentlicht worden waren, weichen.



Ceratium tripos

17 volans. 18 volans var. elegans. 19 20 tridrinum. 21 protuberans var. aequatoriale. 22 flagelliferum var. major. 23 flagelliferum var. undulata. 24 flagelliferum var. angusta. 25 flagelliferum var. crassa. 26 macroceras. 27 macroceras var. crassa. 28 macroceras var. tenuissima.

TAF. XLIX.

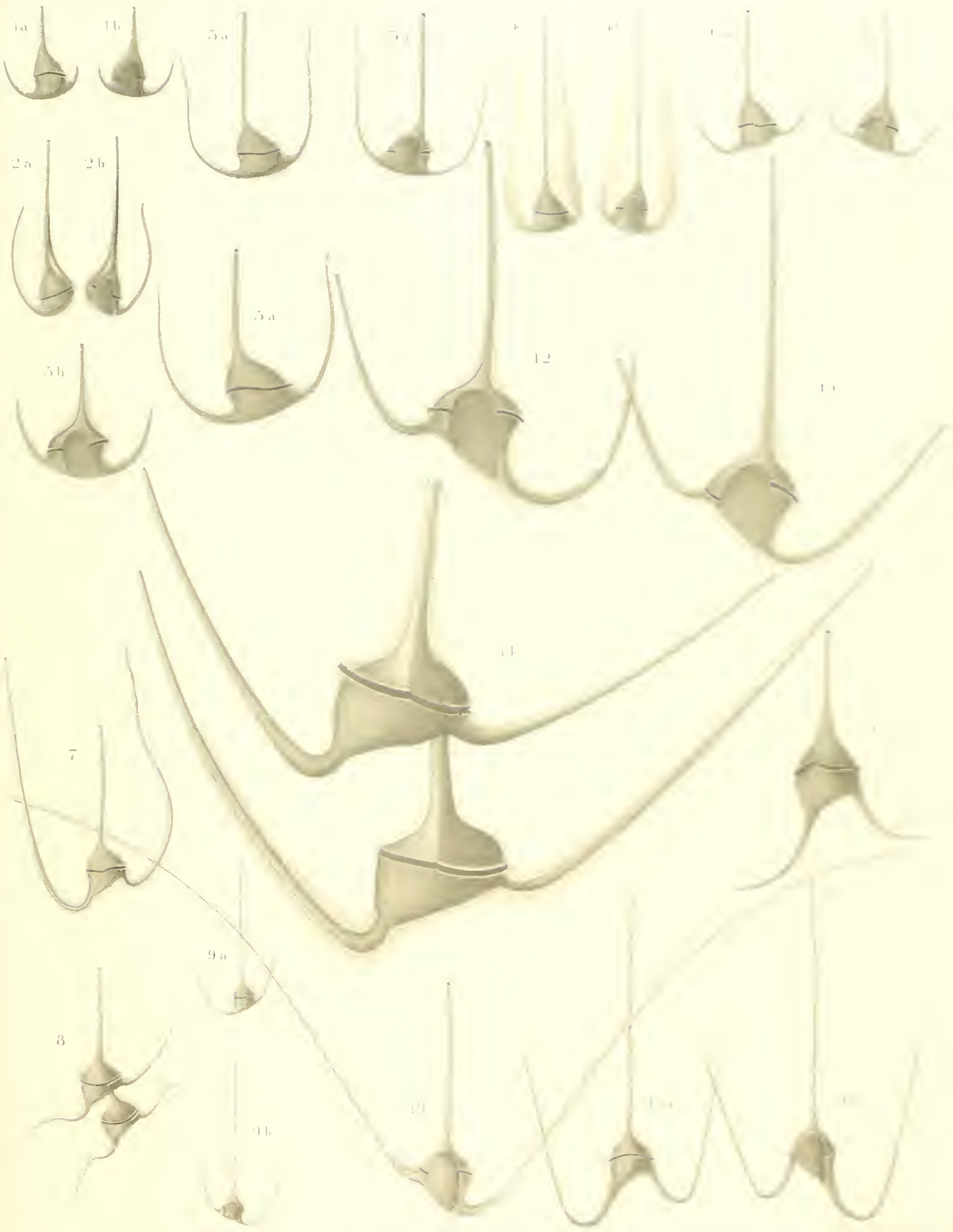
Tafel LI.

(Tafel XVII.)

Tafel LI.

(Tafel XVII.)

Fig. 1a. *Ceratium tripos pulchellum*. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 1b. „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 2a. „ „ *aviale* Kofoid. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 2b. „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 3a. „ „ *Schrankii* Kofoid. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 3b. „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 4a. „ „ *platycorne* Daday. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 4b. „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 5a. „ „ *humula* Schimper var. *robusta* n. var. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 5b. „ „ „ „ „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 6a. „ „ *porrectum* n. sp. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 6b. „ „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 7. „ „ *robustum* Ostf. u. Schm. var. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 8. „ „ *buceros* O. Zacharias. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 9a. „ „ *inclinatum* Kofoid var. *minor* n. var. Rückenseite. (250:1) 125.
„ 9b. „ „ „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125.
„ 10. „ „ *intermedium* Joergensen var. *Hundhauseni* Br. Schröder. Rückenseite. 125:1.
„ 11a. „ „ *macroceras* Ehrbg. Rückenseite. (250:1) 125. } Hörner alle nach-
„ 11b. „ „ „ „ Bauchseite. (250:1) 125. } gewachsen.
„ 12. „ „ *longipes* (Bail.) Cl. Bauchseite. Nachwachsen der Hörner. (250:1) 200.
„ 13. „ „ „ „ „ „ Ebenso. (250:1) 200.
„ 14. „ „ *vultur* Cl. var. *sumatrana* n. var. Nachwachsen der Antapikalhörner und Kettenbildung bei der Zweiteilung. (500:1) 400.
„ 15. „ *californiense* Kofoid. Rückenansicht. (500:1) 250.



1. Ceratium tripos pulchellum. 2. C. tr. [illegible] 3. C. tr. [illegible] 4. [illegible]
5. C. tr. lunula var. robusta. 6. C. tr. porcellum. 7. [illegible]
9. C. tr. inclinatum var. minor. 10. C. tr. [illegible] 11. [illegible]
12. 13. C. tr. longipes. 14. C. tr. vultur var. [illegible]

Tafel LII.

(Tafel XVIII.)

Tafel LII.

(Tafel XVIII.)

Fig. 1—3. *Ceratocorys horrida* Stein var. *africana* n. var. 500 : 1.

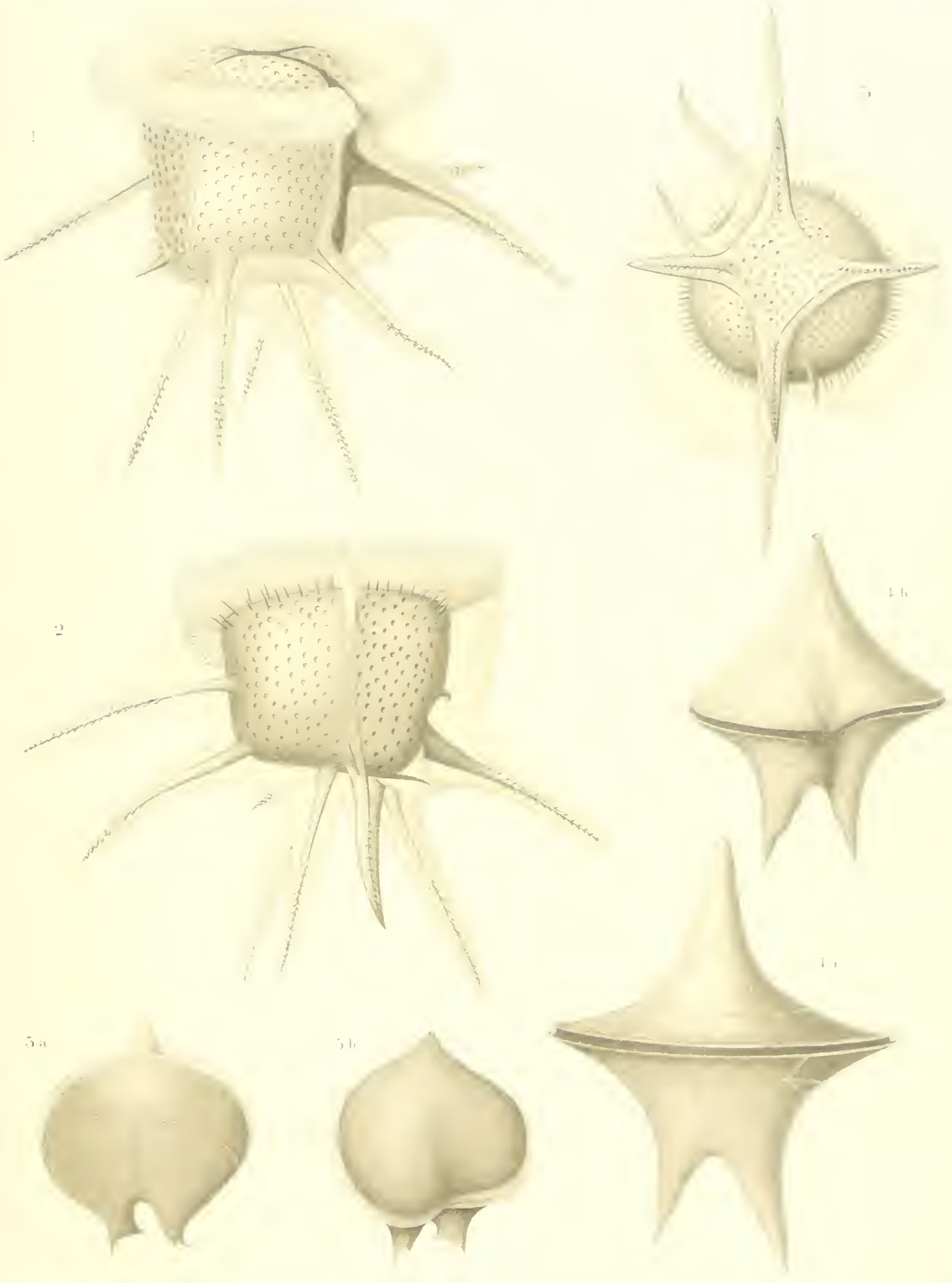
Fig. 1. Linke Seitenansicht und Aufsicht auf die Vorderhälfte.

„ 2. Rechte Seitenansicht, ein wenig zum Rücken hin verschoben.

„ 3. Zelle vom Hinterende.

„ 4. *Peridinium (divergens) grande* Kofoid. a Rückenansicht. b Bauchansicht. (500 : 1) 400.

„ 5. „ „ *pustulatum* n. sp. a Rückenansicht. b Bauchansicht. (500 : 1) 400.



1–3 Ceratocorys horrida var. africana
4 Peridinium grande 5 P. pustula

TAF. LII

Tafel LIV.

(Tafel XX.)

Tafel LIV.

(Tafel XX.)

Fig. 1. *Rhizosolenia Temperei* H. P. Unregelmäßiger Zuwachs an den Schuppen kenntlich. (250:1) 166.

„ 2. „ *robusta* Norm. Schalenzuwachs an den Imbrikationslinien kenntlich. (500:1) 333.

„ 3. *Coscinodiscus* spec. Mikrosporen. (500:1) 333.

„ 4. „ „ „ (500:1) 333.

„ 5. *Trichodesmium erythraeum* Ehrbg. Zerfall des Fadens durch Hinausquetschen einiger Zellen. (1000:1) 666.

„ 6. *Peridinium (divergens)* spec. Ruhespore? (500:1) 333.

„ 7. „ spec. Teilung des Inhaltes in zwei sehr viel kleinere Zellen. (250:1) 166.

„ 8. *Fragilaria granulata* n. sp. Kleine Kette mit Plasmainhalt. (1000:1) 666.

„ 9. *Stephanopyxis Palmeriana* var. *javanica* Grun. a Schalenzeichnung mit Röhrchenansatz. (1000:1) 800. b Zellreihe im Zusammenhang. (125:1) 83.

„ 10. *Entophlyctis Rhizosoleniae* n. sp. Beobachtete Entwickelungsstadien des Pilzes in *Rhizosolenia alata* Brtw. a, c, d (1000:1) 666. b (500:1) 333.

„ 11. *Nitzschia Sigma* W. Sm. var. *indica* n. var. a Zelle mit Chromatophoren in Gürtellage. b in Schalenlage. (500:1) 333.

„ 12. *Pleurosigma Normani* H. P. var. *Mahé* n. var. a Zelle mit Chromatophoren. (500:1) 333. b Schalenzeichnung. (1000:1) 666.

1. *Rhizosolenia Temperei*. 2. *R. robusta*. 3. *Cosc. nodiscus spec. Dauerspore*.
5. *Trichodesmium erythraeum*. 6. *Peridinium Dauerspore*. 7. *Peridinium spec.*
8. *Fragilaria granulata*. 9. *Stephanopyxis Palmeriana*. 10. *Entophysalis Rhizosolenia*.
11. *Nitzschia Sigma var. indica*. 12. *Pleurosigma Normani var. Mali*.

TAF. LIV